

INTERNATIONAL SAVA RIVER BASIN COMMISSION

PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU NA RIJECI SAVI

PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU NA RIJECI SAVI

PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU
NA RIJECI SAVI

Nakladnik:
Međunarodna komisija za sliv rijeke Save
Kneza Branimira 29
Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 488 69 60
E-mail: isrbc@savacommission.org
Web: www.savacommission.org

Uređivačko povjerenstvo:
Dejan Komatina, Željko Milković, Duško Isaković i Goran Šukalo

Stručni odbor:
Željko Milković, Željko Radić, Vladimir Seničić i Goran Šukalo

Naklada:
100 primjeraka

Grafičko oblikovanje:
Tijana Dinić

Tisak:




PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU NA RIJECI SAVI

Zagreb, 2014.

PREDGOVOR

Nakon nekoliko godina sakupljanja građe i rada na njezinoj sistematizaciji, zadovoljstvo nam je predstaviti vam Priručnik za plovidbu na rijeci Savi. Obzirom da do sada za rijeku Savu nije postojao adekvatan i sveobuhvatan priručnik za plovidbu, pokušali smo obuhvatiti što više tema iz područja unutarnje plovidbe tako da Priručnik u jednom dijelu obrađuje opće teme iz područja unutarnje plovidbe, a u drugom se dijelu bavi posebnostima plovnog puta i plovidbe na rijeci Savi.

Tajništvo Međunarodne komisije za sliv rijeke Save (Savske komisije) priredilo je ovaj Priručnik s ciljem unapređenja znanja i informiranosti, prvenstveno o plovidbi na rijeci Savi, ali isto tako i o osnovnim principima plovidbe na unutarnjim vodama općenito.

Pri izradi Priručnika korišten je materijal iz svih dostupnih publikacija, a posebna pažnja posvećena je iskustvima i mišljenjima brojnih stručnjaka, kojima se ovom prilikom zahvaljujemo. Svjesni smo da možda nismo u potpunosti uspjeli prezentirati sve informacije o unutarnjoj plovidbi te da će se u dogledno vrijeme pojaviti potreba za izradom dopunjenog i popravljenog izdanja. Stoga pozivamo sve koji uoče bilo kakve nedostatke ili pogreške da svojim komentarima, primjedbama i prijedlozima omoguće kvalitetnija naredna izdanja sukladna najnovijim trendovima u unutarnjoj plovidbi.

Nadamo se da će ovakav Priručnik pružiti praktičnu pomoć kako svim sudionicima u plovidbi, tako i onima koji se školuju ili pripremaju za stjecanje ovlaštenja za zvanja u unutarnjoj plovidbi.


1.

1.

OPĆA OBILJEŽJA RIJEKE SAVE

1.1 ▸ OPĆI I HIDROGRAFSKI PODACI O SLIVU RIJEKE SAVE

Nijedna rijeka ne završava na svojim obalama. Svaka rijeka i njezin sliv imaju svoja vlastita različita staništa i vrste koje obogaćuju život u slivu – život ljudi različitih kultura, naroda i zemalja. Tako je i s rijekom Savom, koja protječe kroz četiri države: Republiku Sloveniju, Republiku Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu i Republiku Srbiju. Rijeka Sava isto tako povezuje i tri glavna grada četiri spomenute države: Ljubljanu u Sloveniji, Zagreb u Hrvatskoj i Beograd u Srbiji. Četvrti glavni grad – Sarajevo u Bosni i Hercegovini, također pripada slivu rijeke Save.

Rijeka Sava je treća najduža pritoka rijeke Dunav, ali s najvećim prosječnim protokom. Nastaje spajanjem dviju manjih rijeka u Sloveniji, Save Dolinke i Save Bohinjke, u jedinstven tok kod Radovljice te dalje teče kroz Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Srbiju i ulijeva se u Dunav u Beogradu (Srbija).

Sava je do Ljubljane planinska rijeka, a dalje prema Zagrebu pad se znatno smanjuje te ona postaje ravničarska rijeka. Od Radovljice Sava teče kroz Kranjsku i Ljubljansku kotlinu, a zatim kroz Litijsko-kršku klisuru dugu 90 km. Kod Brežica ulazi u Panonsku nizinu i njezinim južnim obodom teče sve do ušća. Prosječan uzdužni pad od ušća Kupe u Savu pa do ušća u Dunav iznosi 42 mm/km, što rezultira jakim krivudanjem toka karakterističnim za ravničarske rijeke.

Zbog ovakvog malog pada, Sava nije u stanju pronositi nanos koji unose pritoke, već ga taloži u koritu ispod ušća pritoka stvarajući pri tome mnogobrojne sprudove i plićake, što pri niskim vodostajima još više otežava pa i na izvjesno vrijeme potpuno onemogućuje plovidbu. Režim voda rijeke Save je kišno-snježni sa prosječnom brzinom toka od 3,2 m/s.

Dužina rijeke Save od izvora smještenog u zapadnim slovenskim planinama do ušća u Beogradu iznosi oko 944 km. Sliv, sa površinom od 97.713 km^2, obuhvaća velik dio teritorija Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i mali dio teritorija Albanije (Tablica 1). S prosječnim protokom od oko 1.700 m^3/s, rijeka Sava predstavlja najznačajniju pritoku Dunava, jer doprinosi sa gotovo 25% ukupnog protoka Dunava. To znači da održivi razvoj sliva rijeke Save ima značajan utjecaj na slivno područje rijeke Dunav.

Država	Površina područja sliva rijeke Save u državi (km^2)	Udio sliva rijeke Save u državi (%)
Slovenija	11.734,8	12,0
Hrvatska	25.373,5	26,0
Bosna i Hercegovina	38.349,1	39,2
Srbija	15.147,0	15,5
Crna Gora	6.929,8	7,1
Albanija	179,0	0,2
Ukupno	97.713,2	100,0

Tablica 1 ▸ Osnovni podaci o slivu rijeke Save

Rijeka Sava je značajna za sliv rijeke Dunav i zbog izvanredne raznolikosti krajolika i raznovrsnosti biodiverziteta. U njezinom slivu se nalazi najveća cjelina aluvijalnih močvara u slivu rijeke Dunav (Posavina – središnji dio sliva rijeke Save) i velika ravničarska šumska područja. Rijeka Sava je jedinstven primjer rijeke s još uvijek netaknutim poplavnim područjima, koja ublažavaju poplave i podržavaju biodiverzitet.

U slivu rijeke Save nalazi se i sedam ramsarska područja, točnije Cerkniško Jezero (SLO), Lonjsko Polje, Crna Mlaka (HRV), Bardača (BiH), Zasavica, Obedska bara i Peštersko Polje (SRB), koja uključuju područja značajna za biljni svijet i ptice, kao i zaštićena područja na nacionalnoj razini i Natura 2000 područja.

Osnovne informacije o glavnim pritokama rijeke Save su dane u Tablici 2.

Naziv rijeke	Pritoka (l – lijeva; d – desna)	Sliv [km²]	Dužina [km]	Države	Površina po državi [km²]
Ljubljanica	d	1.860,0	41,0	SLO	
Savinja	l	1.849,0	93,9	SLO	
Krka	d	2.247,0	94,6	SLO	
Sotla/Sutla	l	584,3	88,6	SLO, HRV	SLO – 450,8 km²; HRV – 133,5 km²
Krapina	l	1.244,0	65,6	HRV	
Kupa/Kolpa	d	10.225,6	297,2	HRV, SLO	HRV – 8.412,0 km²; SLO – 1.101,0 km²; BiH – 712,6 km²
Lonja	l	4.286,1	82,8	HRV	
Ilova	l	1.815,7	100,3	HRV	
Una	d	9.828,9	214,6	BiH, HRV	BiH – 8.142,9 km²; HRV – 1.686,0 km²
Vrbas	d	6.273,8	249,7	BiH	
Orljava	l	1.615,7	99,5	HRV	
Ukrina	d	1.504,0	80,7	BiH	
Bosna	d	10.809,8	281,6	BiH	
Tinja	d	904,0	99,4	BiH	
Drina	d	20.319,9	346,0	BiH, CG, SRB, ALB	BiH – 7.118,9 km²; CG – 6.929,8 km²; SRB – 6.092,2 km²; ALB – 179,0 km²
Bosut	l	2.943,1		HRV, SRB	HRV – 2.375,0 km²; SRB – 568,1 km²
Kolubara	d	3.638,4	86,6	SRB	

Tablica 2 ▸ Glavne pritoke rijeke Save

1.2 ▸ POVIJEST PLOVIDBE NA RIJECI SAVI

Prva organiziranija ljudska naselja, u doba prapovijesti, stvarala su se na obalama rijeka i jezera. Treba napomenuti da je na obalama velikih rijeka u daljnjem razvoju ljudskog društva udaren temelj prvim znanostima: astronomiji i geometriji. Promatrajući povijesni razvoj brodogradnje, a brod kao proizvod brodograđevne djelatnosti, vidjet će se da niti jedna ljudska tvorevina na daje tako vjernu sliku stupnja razvitka čovječanstva, kao što je to slučaj sa brodom.

Razvojem brodogradnje i brodarenja pojavljuju se prvi brodovi na vesla koji su plovili samo nizvodno, a kasnije upotrebom više vesala počela je i plovidba uzvodno tamo gdje je brzina toka rijeka to dopuštala. Vuču brodova uz vodu – uzvodno obavljali su i konji, a u pojedinim slučajevima i ljudi i konji (ovaj način tegljenja bio je nazvan „kopitarenje“).

Sve do kraja 5. stoljeća nove ere vesla su bila glavno pogonsko sredstvo, dok su jedra bila pomoćno i to ako je vjetar puhao u krmu broda.

Kod mjesta Donja Dolina na rijeci Savi, otkriveno je naselje iz brončanog doba (oko 4.000 godina p.n.e.) u kojem je između ostalog iskopan i jedan čamac dužine 12,5 m izdubljen u hrastovom stablu. Taj se čamac, kao i još jedan manji od 5 m, čuvaju u muzeju u Sarajevu.

Ne može se povući oštra granica između doba brodova s pogonom na jedra i brodova na vesla. Može se samo otprilike odrediti da je jedro počelo prevladavati nad veslom krajem 12. i početkom 13. stoljeća, kada je pojava današnjeg krmenog pera omogućila razapinjanje većih jedara. Otkriće novih pomorskih putova i zemalja krajem 15. stoljeća još više doprinosi razvoju jedrenjaka i uopće brodogradnje i brodarstva, uz stalno povećanje veličine brodova, njihove brzine, manevarskih sposobnosti i navigacijskih instrumenata.

Za nagli razvoj brodarstva i brodogradnje krajem 18. stoljeća presudni značaj imali su: opći porast proizvodnih snaga, pronalazak parnog stroja (osamdesetih godina 18. stoljeća), primjena čeličnih konstrukcija umjesto drvenih, prijelaz sa zanatskog na industrijski način proizvodnje, primjena znanstvenih metoda u brodogradnji umjesto dotadašnjih iskustvenih te kasnije pronalazak propelera (vijaka) – sredinom 19. stoljeća.

Prvi parni brodovi (parobrodi) pojavili su se na rijekama, što je razumljivo uglavnom iz dva razloga: prvo, na rijekama su pogodnije prilike za plovidbu (voda je mirnija nego na moru pa nema opasnosti od valova) i drugo, zbog riječne struje parobrodi su bili potrebniji na rijekama nego na moru gdje se jedrima moglo ipak nesmetano ploviti i manevrirati.

Prvi parobrod nastao je dvadesetak godina prije parne lokomotive. Tko je bio izumitelj prvog parobroda teško je točno odrediti. Smatra se da je to bio Robert Fulton, Amerikanac iz Pensilvanije, po zanimanju slikar, rođen 1765. godine, koji je u New Yorku sagradio velik i čvrst parobrod „Clermont“ opremljen parnim strojem nabavljenim u Europi (tvrtka „Bulton i Vat“). Osnovne dimenzije: dužina L = 40,5 m, širina B = 5,48 m, visina boka H = 2,74 m, deplasman Dm = 180 tona, sa snagom od 50 KS. Parobrod „Clermont“ zaplovio je rijekom Hudson 17. kolovoza 1807. godine.

Godine 1816. na europskom kontinentu pojavili su se prvi parobrodi koji su sagrađeni u Engleskoj, i to na Seni, Rajni i Labi.

Prvi parobrod na Dunavu, kojim su izvršene probe, zaplovio je 1817. godine. Godine 1818. u Beču je sagrađen parobrod „Karolina“ koji je sa 20 tona tereta plovio uzvodno 3,5 km/h, a nizvodno 15 km/h.

1829. godine u Beču je osnovano „Prvo dunavsko parobrodarsko društvo“ (Erste Donau Dampfschiffarts Geselschaft – DDSG).

Godine 1830. parobrod „Franc I“ obavio je prvu plovidbu od Beča do Budimpešte i smatra se prvim parobrodom redovne linijske plovidbe na Dunavu.

1834. godine kroz Đerdap je prošao prvi parobrod „Karolina“ koji je prometovao na liniji Beč – Oršava.

Razvojem suvremenog brodarstva, odnosno pojavom prvih parobroda, pojavila se potreba za regulacijom rijeke Save.

1834. godine parobrod „Sophia“ u vlasništvu Francuza (60 KS i 300 t nosivosti) uplovljava u Savu sa zadaćom ispitivanja plovidbenih uvjeta da bi 11. rujna1838. isti parobrod uplovio u Sisak. Četiri godine kasnije već je deset parobroda bečkog Dunavskog Lloyda plovilo između Beča i Siska, a prvi je hrvatski parobrod „Florisdorf“ kupljen u srpnju 1844. Parobrod „Florisdorf“

krenuo je iz Beča 21. kolovoza 1844. i stigao u Sisak 8. rujna1844. Dan kasnije parobrod je promijenio ime u „Sloga“. Bio je to prvi hrvatski parobrod uopće, uključujući i riječne i morske parobrode (prvi hrvatski morski parobrod „Hrvat“ zaplovio je tek 1879. godine). Na redovnoj putničkoj liniji „Sloga“ je plovila 1. i 15. u mjesecu nizvodno od Siska u Zemun, a 6. i 21. u mjesecu uzvodno od Zemuna prema Sisku. No „Sloga“ je samo godinu kasnije, 14. rujna 1845., doživjela havariju kod mjesta Bošnjaci i potonula. U samo sedam dana nakon havarije „Sloge“, u sisačku luku je uplovio parobrod „Carl“ bečkog Dunavskog Lloyda koji dobija isključivo pravo plovidbe na rijeci Savi. 1846. godine parobrod „Panonija“ uplovio je u Savu i pristao u Sisku. U siječnju 1856. pristupilo se regulaciji Save te je stvorena mješovita austrijsko-turska komisija obzirom da je desna obala bila pod turskom vlasti.

Ozbiljniji radovi na regulaciji Gornje Save, radi osposobljavanja za komercijalnu plovidbu, počeli su još davne 1871. godine i uz manje prekide traju i danas.

Inače, još 1829. godine u Šapcu je radila radionica za popravak brodova i skela, a u njoj su pored ostalih, popravljani i dunavski brodovi iz Poreča i Gradišta.

Prvi srpski riječni parobrod „Deligrad“ dužine 58 m, širine 7 m, deplasmana 275 tona sa snagom od 100 KS zaplovio je Dunavom 1862. godine. „Deligrad“ je sa šest teglenica koje je srpska vlada nabavila u Italiji, prevozio sol i petrolej iz Rumunjske, a po potrebi i putnike. Bio je naoružan s dva topa. Ovaj brod je potopljen 6. travnja 1941. godine na prvom kilometru rijeke Save, a potopila ga je vlastita posada.

1877. godine stavljene su i prve kilometarske oznake od Siska do Zemuna. Nakon 1. svjetskog rata nastavlja se sa regulacijom i Sava postaje plovna do Rugvice, a Kupa od ušća do Pokupskog.

Godine 1870. u Sisku je utemeljeno „Parobrodarsko društvo Šipuš i Morović“, koje je imalo dva parobroda: „Hrvat“ i „Slavian“. Osamdesetih godina 19. stoljeća ovo brodarsko društvo prelazi u ruke novoosnovanog „Bosanskog parobrodarskog društva“, sa sjedištem u Brčkom. Društvo je spomenute brodove preimenovalo u „Unu“ i „Sarajevo“ te je sagradilo još pet novih brodova: „Vrbas“ i „Bosnu“ za plovidbu Savom, te „Drinu“, „Zvornik“ i „Lim“ za plovidbu Drinom.

1890. godine u Beogradu je osnovano „Prvo Srpsko privilegirano društvo“. Društvo je od srpske države otkupilo brod „Deligrad“, a u Italiji brod „Mačva“, tegljač „Beograd“, parobrod „Stig“ kao i veći broj teglenica. S ovakvom flotom uspostavljen je redovan promet iz Beograda za Dubravicu i Šabac.

Godine 1897. Rudolf Diesel objavio je pronalazak svog motora sa unutarnjim izgaranjem (dizelski motor) koji je pokrenuo tehnološku revoluciju u brodarstvu i njegova primjena na rijekama počinje 1912. godine.

U razdoblju između dva svjetska rata, dva najjača industrijska pogona Rafinerija Shell i Talionica Caprag bit će formirani uz samu obalu rijeke Save, čime je naglašena gospodarska važnost ove rijeke za šire područje Sisačke regije.

Nakon završetka 1. svjetskog rata 1918. godine, u novoformiranoj državi Srba, Hrvata i Slovenaca zatekao se velik broj brodova austrougarskih i njemačkih brodarstava. Pariškim ugovorom 1921. godine dodjeljen je veći dio brodova, tako da je s dobivenim plovnim parkom tadašnja država bila prva po veličini flote na prostoru podunavlja.

U srpnju 1945. godine osniva se Glavna uprava riječnog prometa, a u okviru nje se formira Državno riječno brodarstvo, koje 1947. godine dobiva naziv Jugoslovensko državno riječno brodarstvo. Od 1952. poslje reorganizacije i decentralizacije dobiva naziv Jugoslovensko riječno brodarstvo – JRB, koji ostaje sve do danas. Uzimajući u obzir tehničku zastarjelost tadašnje flote, sredinom pedesetih godina dolazi do izgradnje brodova, motornih tegljača (poznate „JOTA" flote), motornih teretnjaka, riječno-morskih brodova i teglenica za rasute te tank-potisnica za tekuće terete. Do tada je prosječna starost putničkih brodova iznosila 60, tegljača 40, a teglenica za suhi i tekući teret 45 godina. Novu flotu sačinjavaju: „Džervin", „Veternik", „Košutnjak", „Topčider", „Jablanik", „Javornje", „Jagodnja", „Jelašnica" (po kojima je „JOTA" flota dobila ime), „Vitorog", „Trebević", „Dinara", „Komovi", „Udarnik", „Junak", „Vitez", „Kolubara", „Mlava", „Tamnava" i „Morava". 1961. u promet je uključen čuveni motorni tegljač „Tara", koji je bio angažiran u sektoru Đerdapa i koji će ostati zapamćen po svojoj snazi, sigurnosti plovidbe i svom prelijepom izgledu.

Nakon 2. svjetskog rata upravo će rijeke Sava i Kupa doživjeti izrazitu ekspanziju uzrokovanu planovima za industrijalizaciju tadašnje države, a od 1952. godine u Sisku je smješten Dunavski Lloyd, jedna od vodećih brodarskih kompanija osnovana nakon decentralizacije tadašnjeg državnog riječnog brodarstva. Na rijeci Kupi tada je izgrađena moderna riječna luka koja je, zahvaljujući svojim kapacitetima, postala gospodarska vrijednost grada.

Godine 1955. u nekoliko se navrata pokušala oživiti često osporavana plovidba uzvodno od Galdova, no najpoznatiji slučaj bio je brod „Bačka" koji je stigao pod Jakuševački most u Zagrebu. Tada je izvršen transport bagera i

karavana iz Siska u Zagreb, koji je uz dosta dramatičnih trenutaka završio uspješno i pokupio mnoštvo pohvala tadašnje javnosti.

Od 1956. do 1961. godine u riječnim i morskim brodogradilištima izgrađen je, za tadašnje jugoslovenske prilike, značajan broj plovnih jedinica. Tih godina u promet su pušteni, i za dunavske prilike jaki, motorni tegljači kao što su „Biokovo“, „Sisak“, „Boris Kidrič“ te motorni tank tegljači „Caprag“ i „Sisak“.

Osamdesetih godina prošlog stoljeća došlo je do značajnog povećanja vučnih i potisnih kapaciteta te je rashodovan veći dio zastarjele transportne tehnologije. Tih je godina i transport rijekom Savom dostizao svoj maksimum, a njegovu okosnicu su činili rasuti tereti pretovarani u luci Brčko te transport sirove nafte i naftnih derivata za potrebe rafinerija Brod i Sisak.

Zbog ratnih događanja i raspada bivše SFRJ, devedesetih godina prošlog stoljeća došlo je do potpunog prekida plovidbe i bilo kakvog značajnijeg održavanja plovnog puta. Treba napomenuti i to da je do tada rijeka Sava imala nacionalni režim plovidbe, a stranim se plovilima dozvoljavala plovidba uz posebno odobrenje.

Nakon normalizacije odnosa na ovim prostorima došlo je do djelomične obnove plovidbe, ali samo za brodove pribrežnih država što je objektivno predstavljalo problem za daljnji razvoj ovog vida prometa.

Potpisivanjem Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save i Protokola o režimu plovidbe uz Okvirni sporazum 2002. godine, na rijeci Savi je proglašen međunarodni režim plovidbe. Istodobno su otpočele značajne, usklađene aktivnosti na obnovi plovnog puta i harmonizaciji propisa u slivu rijeke Save koji prate područje unutarnje plovidbe.


TT 10202


β_1
β_2
2.

2.

PLOVNI PUT RIJEKE SAVE

2.1 ▸ KARAKTERISTIKE PLOVNOG PUTA

Međunarodni plovni put na rijeci Savi i pritokama definiran je Protokolom o režimu plovidbe uz Okvirni sporazum o slivu rijeke Save te podrazumijeva rijeku Savu od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 594, rijeku Kolubaru od rkm 0 do rkm 5, rijeku Drinu od rkm 0 do rkm 15, rijeku Bosnu od rkm 0 do rkm 5, rijeku Vrbas od rkm 0 do rkm 3, rijeku Unu od rkm 0 do rkm 15 i rijeku Kupu od rkm 0 do rkm 5.

Općenito, plovni put rijeke Save dijelimo na tri sektora i to:

- Gornja Sava od rkm 594 do rkm 467;
- Srednja Sava od rkm 467 do rkm 139;
- Donja Sava od rkm 139 do rkm 0.

Sava je plovna za veće brodove od Siska (uvjetno je za manja turistička plovila plovna od Rugvice kraj Zagreba do Siska) sve do njezinog ušća u Dunav u Beogradu. Zbog dugogodišnjeg nedovoljnog održavanja plovnog puta, Sava nije dovoljno uređena za plovidbu. Isto tako, osim na dijelu Donje Save, na plovnom putu postoje oštri zavoji čiji su polumjeri (radijusi) ispod 200 m što znatno otežava plovidbu, posebice za potiskivane konvoje. Smatra se da je za normalno odvijanje plovidbe neophodan polumjer krivine 360 m. Nadalje, tu su plićaci koji se pojavljuju pri niskom vodostaju, dok pri visokim vodostajima rijeka ruši obalu i proširuje korito, čime smanjuje dubinu. Osim navedenog, na plovnom putu postoje razne umjetne zapreke koje ometaju plovidbu, od nepovoljno postavljenih mostova do potopljenih plovila. Plovni je put obilježen prema trenutnom stanju u kojem se nalazi, a sustav obilježavanja mijenjat će se sukladno uređenju plovnog puta. Razvoj Riječnih

informacijskih servisa općenito će olakšati plovidbu, a posebice noćnu plovidbu i plovidbu u lošim vremenskim uvjetima.

Geografski gledano plovni put se prostire između Sredozemlja i Srednje Europe. Usporedan je s Koridorom 10, a siječe Koridor 5c, što mu daje iznimnu važnost pri planiranju prometne strategije svake pribrežne zemlje.

Trenutna situacija je takva da plovni put nije dovoljno iskorišten, a njegov geostrateški položaj osigurava razvoj kombiniranog i intermodalnog transporta kojim bi se povezala Srednja i Zapadna Europa sa Jadranom. Rehabilitacijom i razvojem plovnih putova i općenito plovne infrastrukture značajno bi se doprinijelo konkurentnosti na tržištu transportnih usluga što je u skladu sa svim strateškim dokumentima transportne politike država potpisnica Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save.

2.2 ▸ KLASIFIKACIJA PLOVNOG PUTA

Plovni putovi su predmet homogenog i međunarodno priznatog sustava klasifikacije prema AGN (Ugovor o glavnim plovnim putovima od međunarodnog značaja). Ekonomska važnost za međunarodni vodni promet pripisana je plovnim putovima kategorije IV do VII. Ovaj sustav klasifikacije uspostavili su UNECE (Gospodarska komisija Ujedinjenih naroda za Europu) i CEMT (Europska konferencija ministara prometa).

Ključni kriterij klasifikacije ovisi o osnovnim dimenzijama plovila koja se koriste, a varijable temeljem kojih se odlučuje su dužina, širina i gaz plovila, nosivost plovila kao i međuprostor mosta. Konkurentnost plovnog puta znatno ovisi o prevladavajućim uvjetima plovnog dijela rijeke koji određuju kapacitet plovila za unutarnju plovidbu te time i ekonomsku vitalnost.

Temeljem prethodno navedene klasifikacije prema AGN-u, Savska komisija je svojim Odlukama br. 26/06 i 13/09 prihvatila Detaljne parametre za klasifikaciju plovnog puta na rijeci Savi na temelju kojih je usvojena i klasifikacija plovnog puta rijeke Save (Odluke 19/08 i 14/12).

Klasifikacija međunarodnog plovnog puta rijeke Save rezultat je trenutnog stanja u kojem se nalazi plovni put. U budućnosti će doći do manjih korekcija jer je u tijeku projekt koji podrazumijeva izradu projektne dokumentacije i hidrograđevinske radove prema istoj.

Klasifikacija plovnog puta rijeke Save prikazana je u tablici ispod:

Dionica rijeke Save		Dužina (km)	Kategorija plovnog puta
rkm	rkm		
0,0 Ušće Save	86,0 Kamičak	86,0	IV
86,0 Kamičak	102,0 Mišar	16,0	III
102,0 Mišar	107,0 Šabac	5,0	IV
107,0 Šabac	111,8 Kalovica	4,8	III
111,8 Kalovica	176,0 Mlinsko ostrvo	64,2	IV
176,0 Mlinsko ostrvo	185,0 Sremska Rača	9,0	III
185,0 Sremska Rača	313,7 Slavonski Šamac Šamac	128,7	IV
313,7 Slavonski Šamac Šamac	338,2 Oprisavci Rit kanal	24,5	III
338,2 Oprisavci Rit kanal	371,2 Slavonski Brod – grad Brod	33,0	IV
371,2 Slavonski Brod – grad Brod	594,0 Sisak	219,8	III

Tablica 3 ▸ Klasifikacija plovnog puta rijeke Save

Za bolje razumijevanje ključnih kriterija prema kojima je usvojena gornja klasifikacija plovnog puta, od velike važnosti su navedeni Detaljni parametri, a oni su prikazani i objašnjeni u donjoj tablici kao i u Dodatku uz priloženu tablicu.

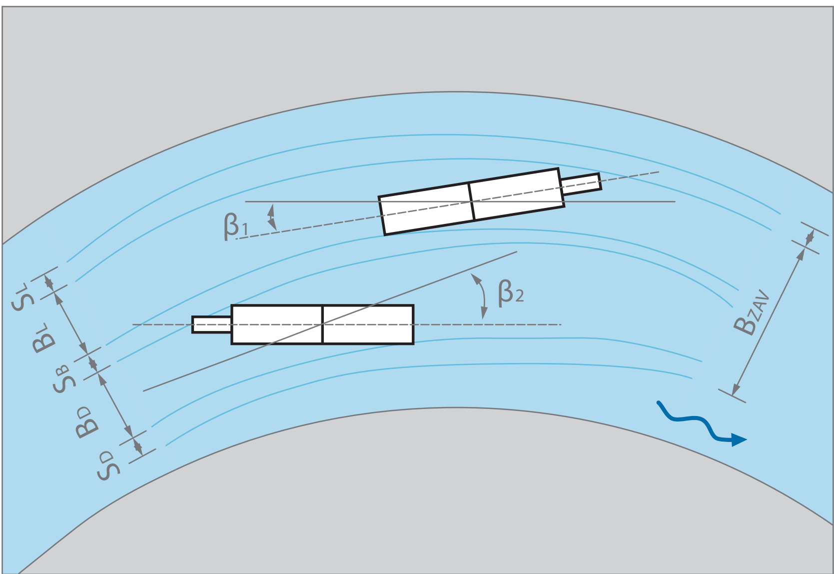
Dodatak 1: Prilozi uz klasifikaciju

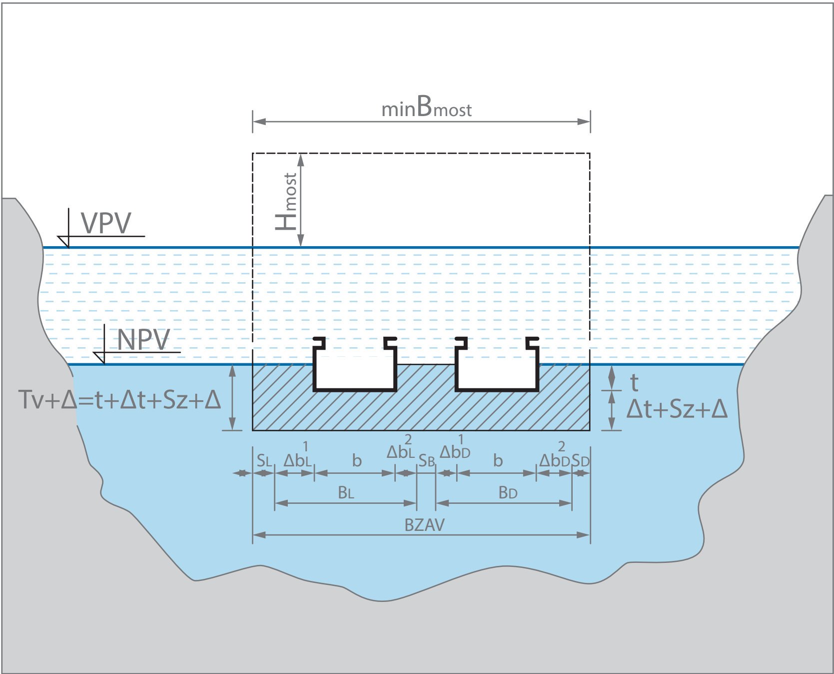
IZVOD IZ DETALJNIH PARAMETARA UNUTARNJIH prema klasifikaciji europskih unutarnjih vodnih putova Gospodarske komisije										
VODNI PUT	ZNAČAJ		REGIONALNI					MEĐUNARODNI		
	KATEGORIJA		I	II		III		IV		
POTISKIVANI KONVOJI	SASTAV							P.1		
	l (m)					118 – 132		85		
	b (m)					8,2 – 9,0		9,5		
	t (m)					1,6 – 2,0		2,5 – 2,8		
	W (t)					1000 – 1200		1250 – 1450		
PLOVNI GABARIT	**T (m)**							2,3	2,2	
	T_v (m) + Δ		1,3	1,3	1,6	1,6	2	3,3	3,3	
	B (m)		35	45		45		55	30	
	B_{zav} (m)	za min l_{sast}	25	35		40		75	40	
		za max l_{sast}	35	45		45		75	40	
GABARITI ISPOD MOSTOVA I ZRAČNIH KABELA	**H_{most} (m)**		3	3		4		7		
	$_{min}B_{most}$ (m)		35	45		45		45		30
	H_{kab} (m)	do 110 kV do 250 kV do 400 kV	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17
	H_{nnkab} (m)		12	12	12	12	12	12	12	12
	B_{kab} (m); B_{nnkab} (m)		B_{kab}; B_{nnkab} = širina rubova pokosa kanala ili udaljenost							
GABARITI BRODSKIH PREVODNICA	**T_{prev} (m)**		1,6	2	2,25	2,5	2,5	3,0		
	$_{min}B_{prev}$ (m)		10	10		10		10,0 – 12,5		
	$_{min}L_{prev}$ (m)		60	60		70 – 75		90 – 190		

VODNIH PUTOVA – „PROGRAM SAVSKA INICIJATIVA“
UN-a za Europu – Povjerenstvo za unutarnji promet (UNECE, GENEVA 1996.)

MEĐUNARODNI													
Va			Vb			VIa		VIb		VIc		VII	
P.1			P.1.2			P.2.1		P.2.2		P.3.2	P.2.3	P.3.3	
95 – 110			172 – 185			95 – 110		185 – 195		195	270 – 280	285	
11,4			11,4			22,8		22,8		33	22,8	33–34,2	
2,5 – 4,5			2,5 – 4,5			2,5 – 4,5		2,5 – 4,5		2,5 – 4,5		2,5 – 4,5	
1600 – 3000			3200 – 6000			1600 – 3000		6400 – 12000		9600 – 18000		14500 – 27000	
2,4		2,4	2,4		2,4								
3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,7	3,7	3,6	3,6	3,8	3,8	3,8	3,8
55		35	65		40	75		100		140	120	150	
85		40	95		50	100		120		150	125	170	160
90		45	100		55	120		150		180	125	200	160
7			7			9,5	10	9,5	10	9,5	10	9,5	10
55		35	65		40	75		100		140	120	150	
15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9
12	12	12	12	12	12	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
vanjskih stopa obrambenih nasipa kod rijeka iznad VPV + 12,0 m													
4,0			4,5			4,5		4,5		4,75	4,75	4,75	
12,5			12 – 25			26		24 – 26		34 – 37	24 – 26	34 – 37	
115 – 190			190 – 210			230		230		260 – 310	310	310	

l (m)	dužina plovila
b (m)	širina plovila
t (m)	gaz plovila pod punim opterećenjem
W (t)	nosivost plovila
T (m)	dubina plovnog gabarita za plovidbu sa reduciranim gazom (94% trajanja)
Tv (m)	dubina na razini gaza ispod NPV (sa brzinskim utonućem i trimom)
Δ (m)	apsolutna rezerva
B (m)	širina plovnog gabarita kod NPV u pravcu
B_{zav} (m)	širina plovnog gabarita kod NPV u zavoju
l_{sast} (m)	dužina mjerodavnog plovila ili potiskivanog konvoja
H_{most} (m)	visina slobodnog gabarita ispod mosta
$_{min}B_{most}$ (m)	širina slobodnog gabarita ispod mosta
H_{kab} (m)	visina slobodnog gabarita ispod zračnih naponskih kabela
P.1	
P.1.2	
P.2.1	
P.2.2	
P.3.2	
P.2.3	
P.3.3	
H_{nnkab} (m)	visina slobodnog gabarita ispod zračnih nenaponskih kabela
B_{kab} (m)	širina slobodnog gabarita ispod zračnih naponskih kabela
B_{nnkab} (m)	širina slobodnog gabarita ispod zračnih nenaponskih kabela
T_{prev} (m)	dubina na pragovima prevodnice
$_{min}B_{prev}$ (m)	minimalna širina prevodnice
$_{min}L_{prev}$ (m)	minimalna dužina prevodnice





Slika 1 ▸ Poprečni presjek i izgled u planu riječnog korita i vodnog puta u zavoju za mjerodavan slučaj mimoilaženja

VPV	▶	visoki plovni vodostaj
NPV	▶	niski plovni vodostaj
B_{zav}	▶	širina plovnog gabarita u zavoju
B_L, B_D	▶	širine plovnih traka
S_L, S_B, S_D	▶	rezervne širine
Δb_L^1, Δb_L^2, Δb_D^1, Δb_D^2	▶	zanošenje plovila
b	▶	širina plovila
$T_V+\Delta$	▶	dubina plovnog gabarita
t	▶	gaz pod punim opterećenjem
Δt	▶	trim plovila
S_Z	▶	brzinsko utonuće
Δ	▶	apsolutna rezerva
H_{most}	▶	visina slobodnog gabarita ispod mosta
${}_{min}B_{most}$	▶	širina slobodnog gabarita ispod mosta
β_1, β_2	▶	horizontalni kutevi zanošenja plovila

Definicije:

Niski plovni vodostaj – NPV

Niski plovni vodostaj slobodnoprotočne rijeke na nekom vodomjeru odgovara vodostaju 94%-tnog trajanja ($Q_{94\%}$). NPV = $V_{94\%}$ [cm ili m n.m.], a u bilo kojoj točki slobodnoprotočne rijeke odgovara razini vodnog lica od protoka trajanja 94% dana u godini. Određuje se na temelju statističkog proračuna trajanja vodostaja iz 30-godišnjeg razdoblja opažanja. Tradicionalno služi za određivanje plovnog puta kod niskih vodostaja pri čemu se plovidba kod manjih rijeka odvija sa smanjenim gazom mjerodavnog plovila.

Visoki plovni vodostaj – VPV

Visoki plovni vodostaj slobodnoprotočne rijeke na nekom vodomjeru odgovara vodostaju 1%-tnog trajanja ($Q_{1\%}$). VPV = $V_{1\%}$ [cm ili m n.m.], a u bilo kojoj točki slobodnoprotočne rijeke odgovara razini vodnog lica od protoka trajanja 1% dana u godini. Određuje se na osnovu statističkog proračuna trajanja vodostaja iz 30-godišnjeg razdoblja opažanja. Tradicionalno služi za određivanje slobodnog gabarita ispod mostova i ispod zračnih kabela.

Vodostaj 60%-tnog trajanja: $V_{60\%}$

Prema AGN-u [Dodatak IIIb] za svaku klasu vodnog puta kroz 240 dana u godini mora biti zajamčena sigurna plovidba mjerodavnog teretnog plovila pod punim gazom. To odgovara 60%-tnom trajanju godine ($Q_{60\%}$) i može se izraziti s vodostajem 60%-tnog trajanja. V60% [cm ili m n.m.], a u bilo kojoj točki slobodnoprotočne rijeke odgovara razini vodnog lica od protoka trajanja 60% dana u godini.

Smanjeni gaz

U praksi se plovi i kod vodostaja nižih od NPV. Prema AGN-u [Dodatak IIIb] plovidba na međunarodnim E plovnim putovima (IV. do VII. klase) u principu mora biti osigurana cijelu godinu osim u razdoblju pojave leda. To znači da mora biti osigurana i kod vodostaja nižih od NPV, ali dopušta se smanjeni gaz od 1,2 m.

Δt – trim plovila je statičko utonuće pramca ili krme natovarenog plovila (po uzdužnoj osi plovila, poprečni trim se zanemaruje) i usvojena vrijednost iznosi 0,1 m.

S_Z – brzinsko utonuće je posljedica sustava pramčanog i krmenog vala, brzine opstrujavanja brodskog trupa, veličine i oblika plovila ili konvoja, omoćenog presjeka plovila ili sastava te skučenosti vodnog puta, a usvojena vrijednost iznosi 0,2 m.

Δ – apsolutna rezerva je uvijek slobodan vodeni jastuk između korita plovila i plovnog puta po kojem se nikad ne odvija plovidba, niti je drugačije zauzet i usvojene vrijednosti su za kategorije od I – IV = 0,3 m, za kategoriju V = 0,4 m, za kategorije VIa i VIb = 0,5 m i za kategorije VIc i VII = 0,6 m.

Kategorije malih polumjera (radijusa):

R_{min} [m] – minimalni polumjer osi plovnog puta u zavoju;

R_{izn} [m] – iznimni polumjer osi plovnog puta u zavoju.

Minimalni polumjer (radijus)

Minimalni polumjer zavoja vodnog puta je najmanji polumjer osi plovnog puta kojim se obavlja nesmetana dvosmjerna plovidba kod niskog plovnog vodostaja.

Izuzetni polumjer (radijus)

Izuzetni polumjer zavoja plovnog puta je najviše 25–30% manji od minimalnog. Ne definira se općenito, no u praksi se ipak primjenjuje na dionicama rijeka gdje zbog terenskih i urbanih razloga nije moguće primijeniti minimalni. Na tom mjestu tada se primjenjuje veća širina vodnog puta od minimalne proračunate za minimalni radijus.

Plovna traka

Plovna traka je dio vodne površine plovnog puta po kojem se stalno obavlja plovidba plovila ili konvoja; tj. dio vodnog lica koji plovilo ili konvoj, obzirom na svoju širinu, zanošenje u zavoju, ili vijuganje u pravcu, može u plovidbi dosegnuti.

Plovni gabarit

Plovni gabarit je zamišljeni pravokutnik u poprečnom presjeku plovnog puta po kojemu se stalno obavlja plovidba; tj. dio presjeka vodnog puta koji plovila ili konvoji mogu u plovidbi dosegnuti po širini i po dubini. U horizontalnom smislu određen je plovnom trakom i sigurnosnim širinama. Plovni put u jednom smjeru sastoji se od jedne plovne trake i sigurnosnih širina. U vertikalnom smislu definiran je gazom plovila, trimom plovila i brzinskim utonućem plovila ili konvoja, koje se javlja za vrijeme plovidbe.

Slobodni gabarit

Slobodni gabarit ispod mosta je slobodni prostor između vodnog puta i mosta (Slika 1). U vertikalnom smislu to je prostor između vodnog lica i donjeg ruba konstrukcije mosta, a u horizontalnom smislu prostor između unutarnjih bridova temelja riječnih stupova mosta. Ovdje će se definirati slobodni gabarit ispod mosta kao zamišljeni pravokutnik određen širinom B_{most} [m] i visinom $minH_{most}$ [m] kao minimalni slobodni gabarit ispod mosta za svaku kategoriju plovnog puta. Sadrži rezerve prostora tako da ga plovila u svom kretanju, bilo po širini, bilo po visini ne mogu dosegnuti. Prilikom prolaska dvosmjernog vodnog puta ispod mosta dvosmjerna plovidba se reducira na jednosmjernu zbog sigurnosti mostne konstrukcije, ali širina plovnog puta se ne reducira.


B
2
A1
A-A1
B1
B-B1
3.

3.

INFRASTRUKTURA

3.1 ▸ LUKE I PRISTANIŠTA

Luke su vodeni prostori rijeke, kanala i jezera i s njima neposredno povezani kopneni prostor s izgrađenim lučkim građevinama koje osiguravaju efikasno odvijanje lučkih djelatnosti, dok su pristaništa vodeni i s vodom neposredno povezani kopneni prostori koji su opremljeni za pristajanje i sidrenje plovila, odnosno ukrcaj i iskrcaj putnika ili pojedinih vrsta tereta.

U širem smislu termin lučka infrastruktura odnosi se na sve vodene površine koje pripadaju lučkom području (riječni prilaz i lučki bazeni), sve strukture na obali (zidovi mola i drugi nasipi), sve nekretnine lučkog područja (razvijene i nerazvijene) i infrastrukturu javnog prijevoza (ceste, željeznica, mostovi itd.)

O razvijenosti, opremljenosti i osposobljenosti luka i pristaništa uvelike ovisi konkurentnost kao i potražnja za ovaj vid transporta na tržištu transportnih usluga.

Uzevši u obzir privredni potencijal zemalja u slivu rijeke Save, vidljivo je da postoji solidna mreža luka i pristaništa koje će se, istovremeno s uređenjem plovnog puta, kroz modernizaciju i unaprijeđenje tehnoloških procesa, pripremiti za vrijeme kada će plovidba rijekom Savom biti nesmetana.

Općenito, mogu se izdvojiti dva osnovna tipa riječnih luka, obzirom na njihove specifične uloge, aktivnosti i posebne usluge koje pružaju:

- **Konvencionalne riječne luke** – pružaju svoje prekrcajne usluge s broda na obalu riječnim plovilima, koriste uglavnom tradicionalnu Lo–Lo (Lift-on/Lift-off) vertikalnu prekrcajnu tehnologiju raznih vrsta za suhi teret uključujući kontejnere (luke koje nisu specijalizirane za neku „nekonvencionalnu“ robu ili tehnologije);

- **Specijalizirane riječne luke** – pružaju samo posebne usluge ili većinom koriste nekonvencionalne tehnologije u prekrcaju i/ili u drugim aktivnostima. Isto tako privatne luke gdje su industrijski kapaciteti i postrojenja direktno locirani na plovnom putu.

Osim gore navedenih tipova luka neophodno je objasniti značenje pojma „terminal" i „mjesto prekrcaja" koji će se često spominjati u narednim dijelovima ovog poglavlja.

Terminal ('krajnja stanica' za određena sredstva prijevoza) je dio luke ili zasebna jedinica za prekrcaj/privremeno skladištenje koja se bavi posebnim vrstama robe, kao npr. „naftni terminali", „žitni terminali", „kontejnerski terminali" ili Ro–Ro terminali. Terminal nije ni u kojem slučaju krajnja destinacija pošiljke već samo mjesto gdje roba mijenja sredstvo prijevoza, sa jednog na drugo.

Mjesto prekrcaja je odgovarajuće uređena i postavljena lokacija direktno na obali plovnog puta koja nema lučki bazen. Koriste ih industrijske kompanije ili operatori usluga koje je angažirala kompanija za prekrcaj tereta koji se prevozi do/od tog mjesta riječnim plovilima.

Termin lučka suprastruktura obuhvaća konstrukcije i građevine koje su postavljene na lučkoj infrastrukturi i koriste se za prekrcaj, skladištenje i distribuciju tereta i u daljnjem tekstu neće biti posebno razmatrane. Ovo uključuje prekrcajne objekte (dizalice), skladišta i silose, uredske zgrade, ali i infrastrukturu privatnog prijevoza (privatne željeznice ili tračnice od dizalice).

U tablici desno dan je pregled važnijih luka i pristaništa na slivu rijeke Save s osnovnim podacima, a detaljniji podaci važni za ovaj priručnik slijede nakon tablice.

Tablica 4 ▸ Pregled važnijih luka i pristaništa na rijeci Savi

Red. broj	Naziv		Država	Rijeka	Stacionaža (rkm)/obala	Tip	Kat. pl. puta
1.	Sisak	Pristanište i skladišta Sisak	Hrvatska	Kupa	4,8/lijeva	gen. teret	III
2.		Pristanište Sisak	Hrvatska	Kupa	4,0/lijeva	putničko	III
3.		Bazen Galdovo	Hrvatska	Sava	593,7/lijeva	brodoremont	III
4.		Naftna luka Crnac	Hrvatska	Sava	587,0/desna	nafta i naftni derivati	III
5.	Brod	Pristanište rafinerije	BiH	Sava	374,5/desna	nafta i derivati	IV
6.	Slavonski Brod	Luka Slavonski Brod	Hrvatska	Sava	363,4/lijeva	gen. teret	IV
7.		Naftna luka Ruščica	Hrvatska	Sava	363,0/lijeva	sirova nafta	IV
8.	Šamac	RTC Luka Šamac	BiH	Sava	313,0/desna	generalno	IV
9.	Brčko	Naftni terminal	BiH	Sava	226,4/desna	naftni derivati	IV
		Luka Brčko			228,4/desna	gen. teret	
		Putničko pristanište			228,4/desna	putničko	
10.	Sremska Mitrovica	Luka Leget	Srbija	Sava	135,7/lijeva	gen. teret	IV
11.	Šabac	Naftni terminal	Srbija	Sava	104,6/desna	naftni derivati	IV
		Slobodna zona			101,0/desna	gen. teret	
12.	Beograd	Naftni terminal Barič	Srbija	Sava	26,3/desna	naftni derivati	Vb
		Naftni terminal Ostružnica			18,0/desna	naftni derivati	
		Naftni terminal Beogradske elektrane			5,0/lijeva	naftni derivati	
		Putničko pristanište			0,7/desna	putničko	

3.1.1 ▸ PRISTANIŠTE I SKLADIŠTA SISAK

Stacionirano na lijevoj obali Kupe neposredno iza cestovnog mosta na ulazu u Sisak iz pravca Zagreba i do devedesetih godina prošlog stoljeća predstavljalo je važan infrastrukturni objekt u kojemu se pretovarivala i skladištila značajna količina roba za šire područje Siska i Zagreba. Dobro je povezano



s važnijim željezničkim i cestovnim pravcima. Posjeduje vlastiti prostor za ranžiranje željezničkih kompozicija kao i terminal za cestovna prijevozna sredstva. Posjeduje vertikalnu operativnu obalu u dužini 170 m koja može primiti 4 plovila.

3.1.2 ▸ PUTNIČKO PRISTANIŠTE SISAK

Putnički ponton lociran u samom središtu grada, na uređenom dijelu lijeve obale Kupe, neposredno ispred zgrade kapetanije s mogućnošću prihvata većeg putničkog ili više manjih (turističkih) plovila. Priključak na struju osiguran je sa operativne obale koja je osvjetljena i glavno je gradsko šetalište.



U neposrednoj blizini pristaništa nalazi se hotel, poštanski ured, policijska postaja, trgovački centar i drugi objekti važni za posade plovila i njihove putnike.

3.1.3 ▸ BAZEN GALDOVO



Bazen Galdovo nalazi se na rkm 593,7 lijeve obale Save te je u osnovi brodogradilište sa remontnim kapacitetima. Površina brodogradilišnog pristaništa Galdovo određena je Uredbom o određivanju lučkog područja luke Sisak koje se prostire na površini od cca 12 ha.

3.1.4 ▸ NAFTNA LUKA CRNAC

Kao pretovarna instalacija Rafinerije nafte Sisak, smještena na desnoj obali Save rkm 587,0 nizvodno od ušća Kupe, namijenjena je isključivo za prekrcaj sirove nafte i naftnih derivata. Raspolaže s dva pontona za prekrcaj sirove nafte i jednim pontonom za prekrcaj naftnih derivata.



3.1.5 ▸ PRISTANIŠTE RAFINERIJE BROD

Kao pretovarna instalacija Rafinerije nafte Brod, smještena na desnoj obali Save rkm 374,5 neposredno uz rafineriju nafte, namijenjena je isključivo za prekrcaj sirove nafte i naftnih derivata.



3.1.6 ▸ LUKA SLAVONSKI BROD

Stacionirana nizvodno od Slavonskog Broda na lijevoj obali Save na rkm 363,4 ova luka je koncipirana kao moderan robno transportni centar sa širokom lepezom usluga. Luka je u fazi razvoja, a trenutno raspolaže sa 100 metara vertikalne obale.



3.1.7 ▸ NAFTNA LUKA RUŠČICA

Naftni terminal kao pretovarna instalacija u sustavu Jadranskog naftovoda, nalazi se neposredno uz luku Slavonski Brod nekoliko stotina metara nizvodno na rkm 363,0 a namijenjena je isključivo za prekrcaj sirove nafte.



3.1.8 ▸ RTC LUKA ŠAMAC

S položajem kakav zauzima predstavlja pravi primjer intermodalne platforme na plovnom putu, a blizina koridora Vc i koridora X uz dobru vezu sa unutrašnjosti BiH samo doprinosi prepoznavanju ove luke kao veoma važne kako za BiH, tako i šire. Površinom od 58,8 ha, smještena na rkm 313,0 desne



obale Save, na samom istočnom ulazu u Šamac, pruža dobre osnove za dalji razvoj ponude lučkih usluga. Posjeduje vertikalnu obalu u dužni od 311 m, bazen sa nedovršenom operativnom obalom u dužini od 150 m, otvoreni skladišni prostor površine 30.000 m^2, zatvoreno skladište površine 3.600 m^2, cestovnu i željezničku infrastrukturu, kao i pretovarnu mobilnu mehanizaciju. Nizvodno od luke moguće je sidrenje plovila i konvoja, kao i okretanje istih.

3.1.9 ▸ LUKA BRČKO

Smještena na desnoj obali rijeke Save rkm 228,2 prepoznatljiva je po bogatoj tradiciji pružanja lučkih usluga. Prostire se na 14 ha desne obale Save u samom centru Brčkog te predstavlja značajan potencijal i resurs koji treba



imati u vidu. Isto tako, pored prednosti, takva pozicija ima i svoje nedostatke, a reflektiraju se u ograničenoj mogućnosti kako daljnjeg razvoja, tako i problema prometnog pristupa. U neposrednoj blizini operativne obale nalaze se tri sidrišta, formirana shodno tehnološkim operacijama i vrsti robe. Dužina izgrađene operativne obale iznosi 104 m uz kosi kej i 76 m uz vertikalni kej. Uz operativnu obalu nalaze se četiri ranžirna kolosijeka ukupne dužine 2.586 m. Sa glavnom željezničkom postajom Brčko luka je povezana jednokolosiječnom trasom. Raspolaže sa 61.000 m^2 otvorenog i 11.000 m^2 zatvorenog skladišnog prostora.

3.1.10 ▸ LUKA LEGET

Kompanija RTC Luka Leget smještena je na lijevoj obali rijeke Save na rkm 135,7.

Prostire se na 80 ha i pozicionirana je u istočnoj industrijskoj zoni Sremske Mitrovice. Povezana je industrijskim kolosijekom sa magistralnom prugom Beograd – Zagreb i izravno izlazi na autocestu Beograd – Zagreb. RTC Luka Leget je osposobljena za pružanje usluga manipulacije i skladištenja svih vrsta roba koje pristižu ili se otpremaju riječnim, željezničkim ili cestovnim prometom. Roba se skladišti u javnim i carinskim skladištima zatvorenog i otvorenog tipa. Zatvorena skladišta su površine 20.000 m^2, a otvorena se prostiru na površini od 10 ha.



Luka Leget raspolaže vertikalnom obalom dužine 100 m s mogućnošću pristajanja i istovara, odnosno utovara svih plovila koja plove u slivu Dunava. Na vertikalnoj se obali nalazi portalna dizalica nosivosti 6.500 kilograma s mogućnošću istovara svih vrsta općih i rasutih tereta. Isto tako, za manipulaciju robom na raspolaganju je velik broj viličara kao i auto-dizalica nosivosti 12,5 tona.

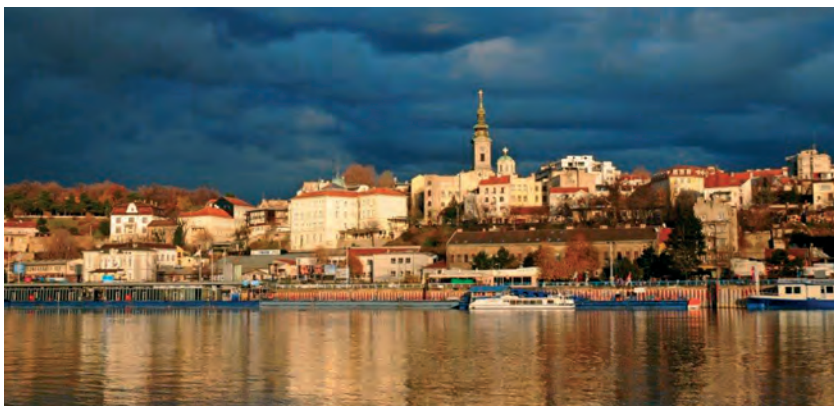
3.1.11 ▸ SLOBODNA ZONA ŠABAC

Slobodna zona Šabac smještena je na desnoj obali rijeke Save rkm 101,0, a prostire se na 47 ha u okviru slobodne zone integrirajući cestovni, željeznički i vodni promet. Trenutno se ne obavlja pretovar tereta sa plovila zbog nedostatnih dubina na ulazu u bazen. Površinom akvatorija od 4,5 ha i bazenom predstavlja respektabilan potencijal. Istovremeno može prihvatiti 4 plovila, a osposobljena je i za ranžiranje željezničkih kompozicija. Posjeduje značajnu pokretnu pretovarnu mehanizaciju i terminal površine 10.000 m^2 kao i prostor za skladištenje kontejnera na površini od 10.000 m^2. Isto tako posjeduje i putnički terminal, 400 m vertikalne obale te 160 m vertikalne obale sa čela bazena.

Skladišni potencijal čine 22.000 m^2 zatvorenog te 12.000 m^2 otvorenog skladišnog prostora. Isto tako ima 5.000 m^2 skladišnog prostora za opasne terete. Slobodna zona površine 7.000 m^2 sposobna je pružiti i dodatne usluge, a tu su i carinarnica, vaga te svi potrebni prateći sadržaji što cijeli prostor čini funkcionalnim i interesantnim za korisnike.

3.1.12 ▸ PUTNIČKO PRISTANIŠTE BEOGRAD

Međunarodno putničko pristanište je smješteno na desnoj obali rijeke Save, na stacionarnom rkm 0+750, u neposrednoj blizini njenog ušća u rijeku Dunav (km 1171). Izuzetan položaj na raskrižju riječnog Koridora VII i kopnenog Koridora X, čini ovo područje međunarodnim prometnim i transportnim čvorištem, a brojne atraktivnosti i bogata turistička ponuda grada Beograda i izuzetno atraktivnom turističkom destinacijom. Međunarodna zračna luka „Nikola Tesla" Beograd udaljena je svega 16,8 km od pristaništa.



3.2 ▸ UNUTARNJI VODNI PUTOVI

Unutarnji vodni putovi su sve vodene površine koje se mogu koristiti za plovidbu kao što su: rijeke, jezera i kanali. Na tim vodenim površinama u pravilu su osigurani uvjeti za plovidbu u okvirima predviđenih gabarita. Plovni put na slivu rijeke Save već je definiran u prvom dijelu ovoga Priručnika pa ga nije potrebno posebno razmatrati već ćemo se usredotočiti na njegove osnovne značajke: širinu, dubinu, polumjer krivine (radijus) te brzinu toka.

Važan dio infrastrukture na unutarnjim vodnim putovima i njezin neizostavan dio čine objekti sigurnosti plovidbe: plovni i obalni znakovi – plovidbene oznake, signalne i radio postaje, zimovnici i zimska skloništa, sidrišta, hidrograđevni objekti kojima se osiguravaju plovidbeni gabariti, brodske prevodnice (šlajzovi), optički, zvučni, električni, elektronički, radarski i drugi uređaji itd. U daljnjem tekstu osvrnut ćemo se na najzastupljenije.

3.2.1 ▸ ZIMOVNICI I ZIMSKA SKLONIŠTA

Zimovnik je objekt sigurnosti plovidbe, koji predstavlja izgrađeni ili prirodni vodeni prostor na plovnom putu, uređen i osposobljen kao sigurno sklonište za plovila od oštećenja ledom, velikom vodom ili ostalim vremenskim nepogodama.

Zimsko sklonište je prirodni dio vodenog prostora na plovnom putu, luke, druge vrste pristaništa i sl., koji služi za nužni smeštaj plovila radi zaštite od oštećenja prilikom neposrednog dolaska leda, velike vode ili ostalih vremenskih nepogoda. Udaljenost između zimovnika ne bi trebala biti veća od 60 km, odnosno dan plovidbe – vrijeme obdanice.

Zimovnike i zimska skloništa na plovnom putu mogu pod jednakim uvjetima koristiti sva plovila, dok plovila sa opasnim teretom moraju, u pravilu, koristiti za tu namjenu određene zimovnike.

Red u zimovniku i zimskom skloništu određuje nadležno tijelo države na čijem teritoriju se zimovnik ili zimsko sklonište nalazi, a zadržavanje u njima traje dok traju mjere izvanrednih okolnosti. Zimovnici i zimska skloništa mogu se, prema odluci zapovjednika, koristiti i izvan razdoblja trajanja mjera proglašenih zbog izvanrednih okolnosti u slučajevima kada je to potrebno radi zaštite i spašavanja ljudskih života, sigurnosti plovila i osoba na plovilu te sigurnosti plovidbe. Zapovjednici boravak plovila u zimovniku ili

zimskom skloništu po mogućnosti najavljuju nadležnom tijelu te ga izvješćuju o razlogu, mjestu i vremenu stajanja.

Postojeće luke i pristaništa mogu biti korišteni za zimovnike i zimska skoloništa.

Opći elementi neophodni za definiranje zimovnika ili zimskog skloništa:

- lokacija zimovnika, odnosno zimskog skloništa;
- sistematizacija (opredjeljenje) zimovnika i zimskog skloništa po vrstama tereta;
- kategorizacija zimovnika i zimskih skloništa u skladu s kategorijom plovnog puta u sektoru;
- obilježenost zimovnika i zimskih skloništa.

Posebni uvjeti koje definiraju nadležna tijela, a odnose se na:

- zapovijedanje u zimovniku i zimskom skloništu;
- način komunikacije sa plovnih objekata na obalu;
- način izvezivanja i sidrenja plovila;
- način prihvata otpadnih i drugih tvari;
- protupožarnu zaštitu, sanitarni čvor s tekućom vodom, osiguravanje opskrbe električnom energijom;
- prilazni put.

Pregled zimovnika i zimskih skloništa na plovnom putu

Red. broj	Vrsta	Naziv	Rijeka	Stacionaža (rkm) /obala	Ukupni kapacitet/ tankeri	Kat. pl. puta
1.	Zimovnik	Preloščica	Sava	582,0/lijeva	18/8	III
2.	Zimsko sklonište	Stara Gradiška	Sava	466,5/lijeva	8/0	III
3.	Zimsko sklonište	Pivara	Sava	461,0/desna	5+1/0	III
4.	Zimsko sklonište	Davor – Matura	Sava	429,1/lijeva	12/0	III
5.	Zimsko sklonište	Davor – Lazine	Sava	425,0/lijeva	39/39	III
6.	Zimsko sklonište	Slavonski Brod – Viseći most	Sava	375,0/lijeva	24/4	III
7.	Zimsko sklonište	Brod	Sava	370,5/desna	20/0	IV
8.	Zimsko sklonište	Slavonski Brod – Poloj	Sava	366,0/lijeva	16/16	IV
9.	Zimsko sklonište	Slavonski Šamac	Sava	316,2/lijeva	21/0	III
10.	Zimsko sklonište	Šamac	Sava	300,0/desna	15/0	IV
11.	Zimsko sklonište	Vučjak	Sava	306,7/lijeva	12/12	IV
12.	Zimsko sklonište	Štitar	Sava	286,0 /lijeva	8/0	IV
13.	Zimsko sklonište	Županja	Sava	261,8/lijeva	15/6	IV
14.	Zimsko sklonište	Gunja	Sava	228,4/lijeva	10/4	IV
15.	Zimsko sklonište	Brčko	Sava	228,5/desna	8/0	IV
16.	Zimsko sklonište	Rača	Sava	180,0/desna	5/0	III
17.	Zimsko sklonište	Sremska Mitrovica	Sava	134,5 – 135,4/lijeva	10/4	IV
18.	Zimsko sklonište	Provo– Kamičak	Sava	82,3 – 85,5/desna	25/25	IV
19.	Zimsko sklonište	Skela	Sava	55,9 – 57,1/desna	10/4	IV

Tablica 5 ▸ Pregled potencijalnih zimovnika i zimskih skloništa na rijeci Savi i njezinim plovnim pritokama

3.2.2 ▸ HIDROGRAĐEVNI OBJEKTI

Opće karakteristike prirodnih tokova

Da bi se moglo govoriti o problematici plovidbe potrebno je dati osnovne informacije o prirodnim tokovima sa stajališta plovidbe.

Općenito rečeno riječni tok se sastoji od krivina, s kraćim pravocrtnim dionicama između njih. Za razliku od mora i jezera, na rijekama postoji struja ili tok, sila koja izravno utječe na plovidbu. Brzina kretanja vode u rijeci ovisi o dva najvažnija faktora – pada (nagiba) dna korita rijeke i količini mase vode. Kako je pad dna korita rijeke konstanta, povećanje ili smanjenje brzine toka ovisi o povećanju ili smanjenju količine vodene mase, odnosno oscilacije vodostaja rijeke.

Brzina toka rijeke u poprečnom profilu nije svugdje jednaka. Na površini i prema sredini rijeke je veća, a prema obalama i dnu manja. U pravilu, najveća brzina (matica rijeke) odgovara najvećoj dubini. Pored podužnog strujanja vode, postoje još i poprečna strujanja i kružna kretanja (vrtlozi i limani). Ova strujanja nastaju kod naglih promjena dubina ili širina rijeke, uslijed podvodnih prepreka, kod preljeva, itd. Na primjer, kada rijeka naiđe na „ćošak-kut" – „naklju" (mjesta gdje rijeka pravi oštre krivine i gdje obala zadire u rijeku) dolazi do naglog skretanja dijela vodene mase u suprotnom smjeru pored obale, stvarajući privid „da rijeka teče uzvodno".

Nepovoljno djelovanje vodene struje na plovidbu reflektira se u sljedećem:

- Brzina uzvodne plovidbe umanjena je za veličinu brzine toka rijeke;
- Nizvodna plovidba može biti ugrožena ako se kod manevra ne uzme u obzir sila vodene struje. Na primjer, da bi brod u nizvodnoj plovidbi sigurno pristao, potrebno je izvršiti manevar okreta i zauzeti uzvodni kurs. Pri tom manevru, da bi okret uspio, uzima se u obzir brzina riječnog toka i širina vodnog zrcala. Manevar treba izvesti pravovremeno kako bi brod zauzeo povoljnu poziciju u odnosu na mjesto pristajanja. Naime, kod jakih vodenih struja i slabih strojeva, dešava se da se brod nakon manevra okreta nađe znatno nizvodnije od mjesta pristajanja;
- U slučajevima otkazivanja pogonskog uređaja brod biva nošen strujom vode pri čemu prijeti opasnost od havarije, udara u druga plovila, kamenitu obalu, stup mosta itd. Da bi se to spriječilo, aktivira se rezervni pogon (ako postoji), obara se sidro ili se uz pomoć vesla prilazi obali i u trenutku kontakta sa obalom plovilo se zadržava i vezuje.

Obale rijeke

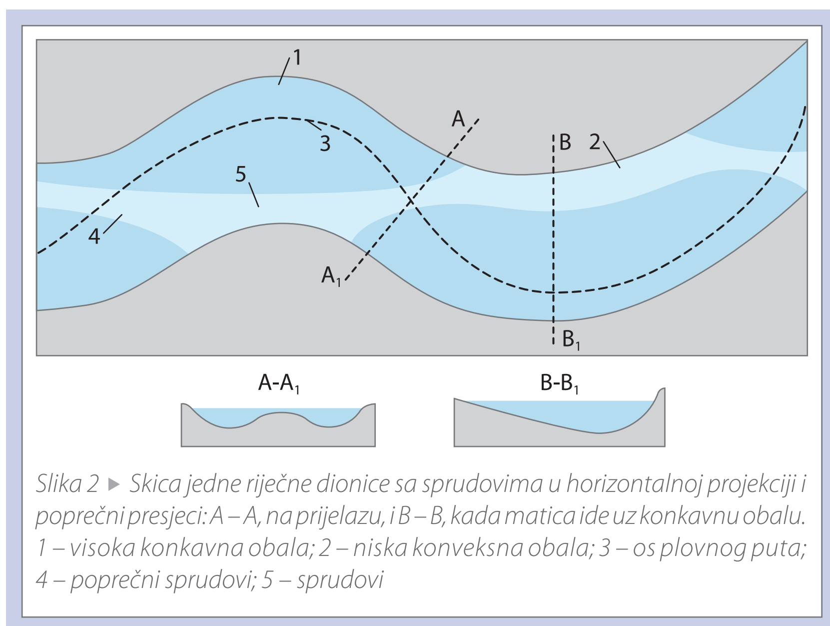
Konkavna obala je vanjska obala u krivini. Prate je veća dubina i veća brzina struje vode. Matica rijeke ide bliže konkavnoj obali.

Konveksna obala je unutrnja obala u krivini. Pored nje su uvijek slabija strujanja vode, uslijed čega dolazi do ostavljanja nanosa, što rezultira manjim dubinama pri obali u odnosu na konkavnu obalu.

Lijeva i desna obala određuju se prema toku rijeke, promatrano uvijek od izvora prema ušću, dok se dužina rijeke računa i obilježava od ušća prema izvoru te se izražava u kilometrima.

Riječni nanosi, ade i sprudovi

Vodni tokovi nose velike količine nanosa (zemlja, šljunak, pijesak, mulj, krečnjak). Kada vučna sila toka nije dovoljna da održi čestice nanosa u riječnom toku, nanos se taloži na dnu rijeke. Nanos koji voda stvara pri rušenju konkavne obale prenosi se u dva pravca – jedan prema suprotnoj konveksnoj obali, a drugi duž obale koju napada taložeći se na njenom izbočenom dijelu. Pri promjeni vodostaja, dolaskom visokih voda, nanos biva odnošen i taložen na drugom mjestu (tzv. „seleći sprudovi") pa se na mjestima gdje su bili sprudovi pojavljuju dubine i obratno.



Slika 2 ▸ Skica jedne riječne dionice sa sprudovima u horizontalnoj projekciji i poprečni presjeci: A – A, na prijelazu, i B – B, kada matica ide uz konkavnu obalu. 1 – visoka konkavna obala; 2 – niska konveksna obala; 3 – os plovnog puta; 4 – poprečni sprudovi; 5 – sprudovi

Ako je korito rijeke, gdje matica ide sa jedne na drugu obalu široko, snaga vode znatno slabi (slabi brzina toka) tako da se veći dio nanosa taloži u srednjem dijelu rijeke, stvarajući pri tome poprečne sprudove, od kojih kasnije nastaju ade, koje dijele riječni tok na rukavce.

Nanos se taloži i na pravocrtnom toku rijeke uz obalu, gdje je voda mirnija. Najveća taloženja nanosa su na ušćima rijeka.

Sprudovi mogu nastati i kada se vodenoj masi na putu u riječnom koritu nađe nekakva prepreka, bilo prirodna ili umjetna, pri čemu voda gubi brzinu i snagu pa se povećava brzina taloženja nanosa.

Reguliranje rijeka za potrebe plovidbe

Djelovanje vode u riječnom koritu izaziva stalne promjene kako u koritu tako i na obalama. To se reflektira prije svega u rušenju obala, što ugrožava obrambene nasipe, nekontrolirano prenosi pijesak, šljunak i drugi materijal čime stvara nove sprudove. Zbog svega toga dolazi do premještanja – pomjeranja plovnog puta i promjene osnovnih gabarita – širine i dubine.

Cilj reguliranja riječnog toka je stvaranje i održavanje dubina, širina i polumjera krivina u granicama koje omogućuju sigurnu plovidbu. Radovi na regulaciji za potrebe plovidbe po pravilu se uklapaju u opću regulaciju riječnih korita, čime se doprinosi zaštiti od poplava, sprječava nagomilavanje leda, odnosno otklanjaju se opasnosti od takozvanih „ledenih poplava“ i drugih štetnih utjecaja vode. Drugim riječima, cilj regulacije rijeke je stabilizirati obale te njezino korito formirati za potrebe plovidbe.

Mjere uređenja prirodnog vodotoka za potrebe plovidbe vrlo su raznovrsne i mogu se svesti uglavnom na:

- Reguliranje riječnoga korita;
- Kanaliziranje riječnoga toka.

Spomenute mjere koriste se i u kombinacijama.

Reguliranje riječnog korita za potrebe plovidbe ima za cilj formiranje plovnog puta određenog gabarita pri niskom plovidbenom vodostaju (NPV), i niskom usporenom nivou (NUN).

Regulacijske aktivnosti mogu biti trojake:

- *biotehničke mjere*, kada se na primjer, primjenjuju različiti tipovi vegetacije za zaštitu obala od rušenja;
- *bagerski radovi* u riječnom koritu na prokopavanju, čišćenju i održavanju plovnog puta određenih dimenzija te
- *uređenje plovnog puta*, primjenom klasičnih regulacijskih radova i građevina.

Spomenute regulacijske mjere mogu biti pojedinačne ili u kombinaciji.

Regulacija riječnog korita za plovidbu primjenom regulacijskih građevina i radova najzastupljenija je na unutarnjim vodama. U reguliranju prirodnog vodotoka za potrebe plovidbe izravnu primjenu svakako imaju regulacijske građevine u riječnom koritu, kao i radovi na prosijecanju riječnih krivina (meandara). Regulacijske građevine služe za:

- osiguranje obala od rušenja;
- stvaranje noih obala;
- smanjivanje zakrivljenosti, odnosno povećavanje polumjere krivina;
- zatvaranje rukavaca;
- pri niskim vodostajima, za produbljivanje suženog riječnog korita koristeći riječni pad i time povećavanje protjecajnog profila rijeke;
- stabilizaciju korita rijeke.

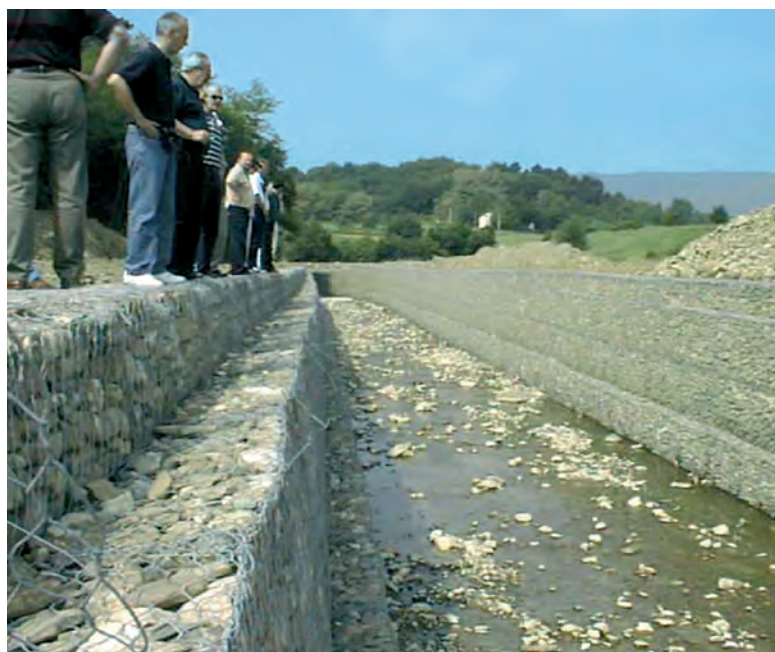
Regulacijske građevine prave se od kamena, pijeska, vrbovog granja, pruća, nearmiranog i armiranog betona, raznih vrsta žica, pocinčanih žičanih mreža, plastičnih folija ispunjenih pijeskom, itd.

Obaloutvrde se grade na konkavnim riječnim obalama, koje su podložne rušenju zbog djelovanja vodene struje u krivinama. Utvrđivanjem obala sprječava se premiještanje riječnog korita. Najčešće se grade od tucanika i lomljenog kamena ili betonskih blokova na podlozi od šljunka.

Veliki je broj tipova konstrukcija obaloutvrda koje se koriste u vodogradnjama. Osnovna podjela je na vertikalne i kose konstrukcije

Vertikalne konstrukcije trebaju prenijeti u tlo horizontalna opterećenja, dok kod kosih konstrukcija samo tlo preuzima ta opterećenja (pitanje stabilnosti kosina). Vertikalne konstrukcije dijelimo na dvije osnovne grupe, također

vezano uz prijenos horizontalnih sila. U prvu grupu spadaju gravitacijske konstrukcije kod kojih se horizontalna opterećenja prenose na tlo posredstvom vlastite težine građevine. Kod tog tipa, u samoj se konstrukciji ne pojavljuju vlačna naprezanja. Druga grupa predstavlja tipove kod kojih se horizontalna opterećenja prenose u tlo posredstvom unutarnjih sila u konstrukciji.



Slika 3 ▸ Vertikalna gravitacijska obaloutvrda od gabionskih košara



Slika 4 ▸ Kosa obaloutvrda s oblogom od lomljenog kamena

Kose obaloutvrde uglavnom dijelimo prema tipovima obloge. Najčešće se za oblogu koristi kamen u raznim varijantama:

- Kamenomet (rip-rap);
- Rukom slagana obloga (roliranje);
- Zidana obloga u mortu;
- Kameni blokovi povezani asfaltnim mastiksom;
- Kamen u gabionskim madracima.

Zbog jednostavnosti konstrukcije i konkurentne cijene izvođenja, kose konstrukcije su najzastupljenije kao rješenje za obaloutvrde. Svaka kosa obaloutvrda ima dva bitna konstitutivna elementa koja ju karakteriziraju i kojima se suprostavlja hidrodinamičkim djelovanjima vode. To su obloga i posteljica.

Prave paralelne građevine (uzdužne) primjenjuju se također za reguliranje konkavnih obala, i to na onim sektorima rijeke gdje je potrebno građevinu praviti u koritu, kako bi se ublažile krivine. Mogu biti od kamena, vreća punjenih pijeskom, na podlozi od tucanika ili fašinskih madraca (fašina – snop od vrbovog pruća). Tijelo paralelne građevine je povezano s obalom traverzama, čime se stvaraju međutraverzna polja. U njima se smanjuje brzina vodene mase koja prelijeva traverze, što povećava brzinu istaloženja nanosa i sprječava protjecanje vode između građevine i obale. Tako se ubrzava stvaranje nove obale. Prave paralelne građevine se mogu primijeniti i za reguliranje pravocrtnih riječnih dionica ukoliko je potrebno suziti korito, odnosno, povećati dubinu. U tom se slučaju one grade paralelno lijevoj i desnoj obali rijeke.



Slika 5 ▸ Prava paralelna građevina na rijeci Savi – „Račanski sektor

Naperi (pera) su najčešće primjenjivani tip građevina. Grade se po pravilu u konveksnim obalama, a iznimno i na pravocrtnim dionicama. Prave se isključivo u serijama. Djelovanje napera je dvojako: sužavaju riječno korito, povećavaju pad, dubinu i propusnu moć korita u pogledu prijenosa nanosa, a s druge strane izazivaju taloženje nanosa u međunaperskim poljima. Pri srednjim i visokim vodostajima, voda koja prelijeva napere gubi brzinu, odnosno prenosnu snagu, te materijal koji nosi deponira u međunaperska polja, čime se postiže formiranje nove obale. Ukoliko se konveksna obala regulira naperima, suprotna konkavna obala mora biti zaštićena obaloutvrdom ili pravom paralelnom građevinom.





Slika 6 ▸ Regulacijska pera na rijeci Savi – „Račanski sektor" (gore) i Skela (dolje)

Regulacijska pera i paralelne građevine često su konkurentna rješenja za istu namjenu. Svako od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Tako će paralelne građevine u odnosu na pera imati prednosti zbog ujednačenog tečenja uz građevinu, zbog kontinuirano definirane regulacijske linije, nema generiranja lokalnih erozija u koritu i uz njih je ujednačen pronos nanosa. Nedostaci paralelnih građevina bit će visoki troškovi građenja, teško i skupo ispravljanje grešaka, poteškoće u izvođenju zbog otežanog temeljenja u dubokoj vodi, zbog usporenog zasipanja staroga korita i zbog potrebe za jakim osiguranjem nožice građevine. Ono što su kod pera nedostaci, kod paralelnih građevina su prednosti i obrnuto. Tako će pera imati prednosti lake prilagodbe i ispravljanja pogrešaka, efikasnog zasipavanja staroga korita, manjih troškova izgradnje. Nedostaci pera će biti izazivanje poprečnih strujanja u koritu vodotoka, izazivanje poprečnih strujanja u koritu vodotoka, česta oštećenja kod velikih voda (prelijevanje preko pera) i definiranje regulacijske linije je točkasto (a ne kontinuirano). Razvijeni su i posebni tipovi regulacijskih pera, takozvana „kukasta“ i „T“ pera. Ona su kombinacija uzdužnih građevina i pera, odnosno glava pera je završena dijelom uzdužne građevine. Tim tehničkim rješenjima izbjegnuti su najveći nedostaci regulacijskih pera vezanih uz točkasto definiranje obale te izazivanja poprečnih strujanja u vodotoku.

Pregrade imaju značajnu ulogu u reguliranju rijeka koje karakteriziraju brojni rukavci i račvanje riječnog toka. Nakon izbora rukavca kojim će se odvijati plovidba, ostali rukavci se zatvaraju pregradama, čime se tok vode koncentrira u jedan rukavac. Isto tako, pregrade se koriste za pregrađivanje napuštenih rukavaca pri presijecanju riječnih krivina.

Prosijecanje riječnih krivina je jedna od veoma čestih regulacijskih mjera na vodotocima s oštrim krivinama. Prosijecanje se sastoji u formiranju novog riječnog korita koje odgovara uvjetima plovidbe i kojim se skraćuje tok rijeke, a koristi se na mjestima gdje se prirodni meandar želi skratiti zbog potreba plovnosti, povećanja protočnosti vodotoka ili potreba korištenja meandra za druge svrhe (npr. osnivanje luke ili formiranje zimovnika).

Na mjestu prokopa kombinira se niz regulacijskih građevina. To su obaloutvrde na koritu vodotoka ispred i iza prokopa, zatim kamene deponije na samom prokopu, kineta prokopa kao inicijalno korito te pregrade. Na slici ispod je prikazan shematski prikaz prokopa s pripadajućim građevinama.



Slika 7 ▸ Primjer prokopa – Preloščica na rijeci Savi

Obaloutvrde spriječavaju neželjene promjene na koritu vodotoka ispred i iza prokopa. Kineta, kao inicijalno korito, izvodi se kao kanal do razine podzemne vode i uvijek se trasira bliže konveksnoj (unutarnjoj) obali zavoja korita. Deponije služe kontroli procesa širenja prokopa i ograničavanju na projektiranu širinu. Pregrade se izvode s uzvodne i nizvodne strane prokopa ili samo s uzvodne strane, ovisno o tome da li će se napušteno korito koristiti u neke svrhe (luka) ili ne. One se izvode tek nakon što se gotovo u cijelosti formira novo korito, odnosno dok se ne formira do te mjere da njime može nesmetano protjecati voda, nanos i led (kako ne bi izazvale prevelik uspor vode i eventualno poplave uzvodno od prokopa). Pregrade ubrzavaju proces konačnog formiranja prokopa, ali se obično izvode u fazama (ili po visini ili po duljini) kako bi se do potpunog formiranja korita kroz staro korito mogle propuštati određene količine velikih vodnih valova. Prokopi su relativno agresivni zahvati na vodotoku koji imaju za posljedicu promjenu režima tečenja, režima pronosa nanosa te promjenu geometrije korita, ne samo na lokaciji prokopa, nego i šire.



Slika 8 ▸ Ušće rijeke Drine

Uređenje riječnih ušća izvodi se u krivini i to na konkavnoj obali matične rijeke, čime se osigurava najefikasnije miješanje voda jednog i drugog vodotoka i odnošenje nanosa i leda. Da bi ušće ostalo trajno, mora se učvrstiti odgovarajućim regulacijskim građevinama, najčešće obaloutvrdama. Problemi koji se javljaju pri regulaciji ušća pritoka su hidrološko–hidrauličke prirode. Odnose se na režim pritoka, režim matične rijeke, odnos režima pritoka i matične rijeke (problem koincidencije velikih voda, problem propagacije poplavnog vala) i karakter bujičnosti pritoka. Promjena vodostaja u matičnoj rijeci izaziva uspor ili depresiju u pritoku. Kod uspora nastaje deponiranje nanosa u pritoku, dok se u slučaju depresije može očekivati erodiranje korita pritoka i deponiranje nanosa nizvodno od ušća u matičnoj rijeci. Izazivaju li velike vode pritoka uspor vode u matičnoj rijeci, treba očekivati taloženje nanosa uzvodno od ušća u matičnoj rijeci. Pri smanjenju vodnog vala pritoka, mogu se očekivati povećane brzine u matičnoj rijeci s izraženim erozijskim djelovanjem i taloženjem nanosa nizvodno od ušća.

Kada regulacijske građevine zbog niskih vodostaja predstavljaju opasnost za plovidbu, obilježavaju se oznakama sigurnosti plovidbe. Visina paralelnih građevina, traverza i napera određena je visinskom kotom. Naime, njihov gornji kraj („kruna“) je na koti – visina minimalnog plovidbenog nivoa plus 1 metar. Kako je na svim vodomjerima određena visina minimalnog plovidbenog nivoa, za svaki mjerodavni vodomjer može se odrediti vodostaj na kojem se pojavljuje gornji kraj građevine ili napera. Kako nautičari s malim plovilima krstare i van plovnog puta, ovi su im podaci veoma važni. Na temelju iznesenog uvijek mogu znati dubine vode na građevinama, odnosno, da li su i koliko te građevine izašle iz vode. Pregrade koje zatvaraju pojedine rukavce u pravilu se postavljaju na istoj visinskoj koti kao i naperi i druge regulacijske građevine. Međutim, neke pregrade su i sa višom kotom od ostalih regulacijskih građevina (obično 1 metar) a razlozi su hidrotehničke prirode. Neke pregrade su sa kraćim trupom i nižom kotom krune, što omogućava prolaz manjih plovila pri niskim vodostajima



Slika 9 ▸ Brodska prevodnica

Kanaliziranje riječnog toka podrazumijeva njegovo pregrađivanje u jednom ili više profila umjetnim pregradama – branama, čime se bitno mijenja njegov hidrološki režim i ostvaruju povoljni navigacijski uvjeti. Zbog pregrađivanja riječnog toka formira se diskontinuitet u nivou vodnog ogledala (razlika u nivou gornje i donje vode) koji plovila svladavaju pomoću prevodnica, dizalica ili strmih ravni za plovila.


4.

4.

OSNOVE BRODOGRADNJE I PROPULZIJA

4.1 ▸ OSNOVE BRODOGRADNJE

Brodogradnja je industrija koja proizvodi jedan od najsloženijih proizvoda – brod. Kombinacija je znanosti i umjetnosti te odražava tehnološku moć jedne zemlje. Znanosti, jer osigurava brodu tražena svojstva kao što su brzina, čvrstoća, nepotonivost, stabilitet i upravljivost nužna kako bi se brod mogao oduprijeti često teškim uvjetima plovidbe. Umjetnosti, jer brod mora biti estetski naočit i prepoznatljiv. Brodogradnja ima bitan udio u sigurnosti zemlje za vrijeme rata te u privredi za vrijeme mira i rata. Količina znanstvenih spoznaja u brodogradnji povećala se zadnjih nekoliko desetljeća na mnogim područjima, od hidrodinamike pa sve do teorije vjerojatnosti, koristeći ujedno iskustva i spoznaje mnogih pomoćnih grana tehničkih znanosti. U brodogradnju spada izgradnja i održavanje brodova, teglenica, platformi te ostalih vrsta plovila. Pogoni u kojima se obavlja brodogradnja nazivaju se brodogradilišta. Rezališta su pogoni u kojima se stari brodovi režu u staro željezo.

Slika 10 ▸ Tegljač Bačka u vožnji Kupom, 1959. godina



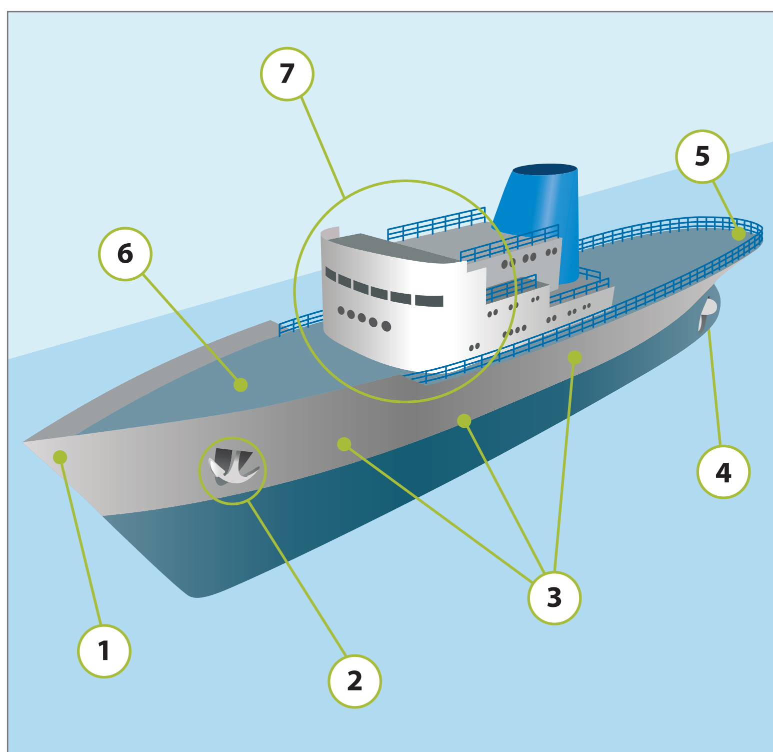
4.1.1 ▸ BRODSKE KONSTRUKCIJE

Brod je plovno sredstvo sposobno za kretanje po morima, rijekama i jezerima koje služi za prijevoz robe i putnika (teretni i putnički brodovi), za ribolov (ribarski brodovi), za vojne operacije na vodama (ratni brodovi), za vršenje posebnih poslova na morima, rijekama ili jezerima (brodovi za polaganje kabela, cjevovoda, istraživački brodovi, itd.) te za obavljanje raznih zadaća u vezi s plovidbom (tegljači, ledolomci, itd.).

Brodom se smatraju samo veći plovni objekti, dok se manji nazivaju čamci. Za razliku od splava, brod, kao i čamac, ima koritast oblik koji mu daje uzgon potreban kako bi plutao na vodi.

Svaki brod se sastoji od više međusobno spojenih dijelova koji čine cjelinu.

Prateći sliku dolje, mogu se izdvojiti, brojevima označeni važniji dijelovi broda:



Slika 11 ▸ Dijelovi broda

- **pramac** (na slici oznaka 1) – je krajnji prednji dio plovila, suprotno od krme;
- **sidro i sidreni uređaj** (na slici oznaka 2) – je jedan od važnijih sustava na brodu koji osigurava boravak broda na jednom mjestu, a u izvanrednim situacijama osigurava brzo zaustavljanje. Brod ga može imati i na krmi, a u tom ga slučaju zovemo „strujni sidreni uređaj“. Sidreni se uređaj sastoji od: sidara, sidrenih lanaca, sidrenog vitla, lančanika u kojem je smješten lanac, sidrenog ždrijela kroz koje prolazi lanac, sidrenog oka u kojem je smješteno sidro i štopera sidrenog lanca;
- **trup broda/**korito (na slici oznaka 3) – je nosivi dio broda, koji osigurava njegovu nepotopivost. Čine ga: dno, bokovi i paluba broda. U trup broda ne pripadaju: jarbol, kormilo, motor itd. Preciznije bi se moglo reći da ga čini kostur (rešetkasta konstrukcija sastavljena od odgovarajućih nosača i profila ovisno o vrsti broda) i oplata (oplata je s vanjske i unutarnje strane učvršćena na kostur na odgovarajući način, ovisno o vrsti broda). Unutrašnjost brodskog trupa podijeljena je po visini na palube, a po dužini na poprečne pregrade čija je uloga da podijele brod na potrebne površine, povećaju krutost i čvrstoću broda te u slučaju prodora vode u brod spriječe poplavljivanje cijelog broda i njegovo potonuće;
- **pogonski vijak** (na slici oznaka 4) – je dio motornog pogona koji svojom vrtnjom pokreće plovilo. Vijak je preko brodske osovine spojen s unutarnjim motorom. Osnovne karakteristike brodskog vijka su: broj krila, smjer vrtnje, promjer i korak vijka. Iza vijka nalazi se kormilo broda, koje služi za upravljanje brodom;
- **krma** (na slici oznaka 5) – je krajnji stražnji dio broda, suprotno od pramca, ispod kojeg je smješten pogonski dio broda;
- **glavna paluba** (na slici oznaka 6) – je vodoravni pokrov brodskog trupa, kojim je u cijelosti ili djelomično natkrivena unutrašnjost plovila. Prostor ispod palube nazivamo podpalublje;
- **nadgrađe** (na slici oznaka 7) – je pokrivena i zatvorena nadgradnja iznad palube plovila. Ako se nadgradnja pruža od jedne do druge bočne strane broda naziva se nadgrađe, a ako je uža naziva se palubna kućica. U pravilu se na najvišem nadgrađu nalazi brodski komandni most sa komandnim uređajima za upravljanje brodom. Nadgrađe pridonosi povećanju čvrstoće broda.

Osim gore navedenih i označenih dijelova, navest ćemo još neke ne manje važne dijelove i sklopove kao što su:

- **ugradnja** – svi dijelovi na i u brodu koji ne doprinose povećanju čvrstoće broda (unutarnje obloge, stropovi, podovi, čvrsto ugrađeni namještaj...);
- **pogonski dio** – svi dijelovi koji omogućuju brodu kretanje (npr. kod motornog broda tu spada motor, vod vratila i brodski vijak);
- **pomoćni uređaji** – svi oni uređaji, strojevi i instalacije koji služe za pomoćne djelatnosti strojarnice i palube (agregati za električnu struju, razne crpke, pogon sidra, kormilarnica, vodovodne i električne instalacije i sl.);
- **pokretna oprema** – navigacijska oprema, sigurnosna oprema, strojarska oprema i slično.

Osnovne značajke i izmjere broda

U osnovne značajke broda spadaju:

- *vlastita masa* – izražava se u tonama;
- *istisnina (deplasman)* – izražava se u tonama ili m^3;
- *nosivost* – izražava se u tonama;
- *prostornost* – izražava se u m^3, a može se izraziti i u registarskim tonama.

Vlastita masa broda označava masu potpuno opremljenog broda bez mase goriva, sanitarne, pitke i balastne vode, zalihe namirnica, tereta i mase posade s njihovom prtljagom. Izračunava se u tonama.

Istisnina broda (deplasman) može se definirati na dva načina:

- kao volumen (∇), izražava se u m^3;
- kao masa, odnosno težina (Δ), izražava se u tonama.

Nosivost broda označava razliku između deplasmana i vlastite mase broda. Izražava se u tonama. Razlikuju se dvije vrste nosivosti:

- korisna nosivost – masa robe (tereta) i putnika s njihovom prtljagom, tj. ona masa za koju se plaća prijevoz;
- ukupna nosivost – zbroj korisne nosivosti i mase goriva, hrane, namirnica i posade s njihovom prtljagom.

Prostornost broda označava volumen svih zatvorenih brodskih prostora. Izražava se u m^3, a može se izraziti i u *registarskim tonama*.

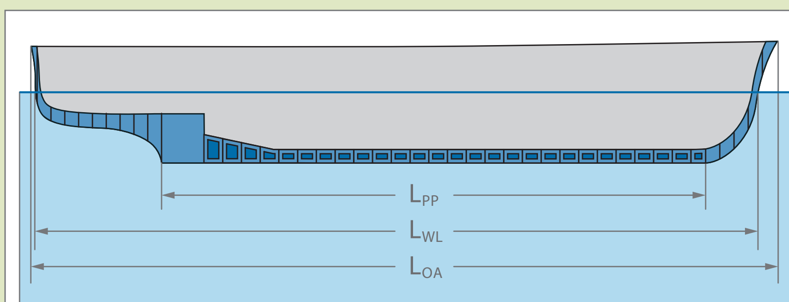
Registarska tona je jedna od mjernih jedinica koja u pomorstvu označava volumen svih zatvorenih prostora, a jednaka je 2,83 m^3. Ova jedinica izvedena je iz anglosaksonskih jedinica gdje 1 rt = 100 stopa^3 = 2,83 m^3.

Razlikuju se dvije vrste registarskih tona:

- bruto registarska tona (brt) – označava volumen svih zatvorenih brodskih prostora;
- neto registarska tona (ntr) – označava volumen zatvorenih prostora za smještaj putnika i robe.

U osnovne izmjere broda spadaju:

1. Uzdužne izmjere:



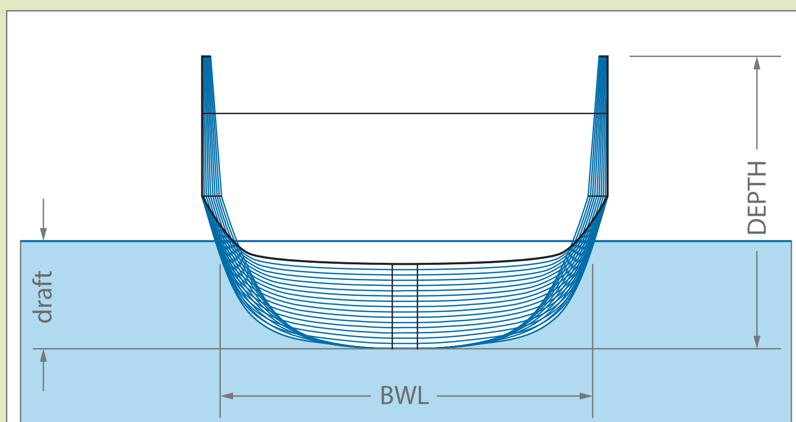
Slika 12 ▸ Uzdužni presjek

L_{OA}	(Length over all) – duljina preko svega. Jednaka je međusobnoj udaljenosi dviju ravnina rebara položenih kroz najudaljeniju krmenu odnosno najudaljeniju pramčanu točku, koje pripadaju strukturi broda, paralelno konstrukcijskoj vodnoj liniji.
L_{PP}	(Length between perpendiculars) – duljina između okomica (perpendikulara), jednaka je udaljenosti između pramčane i krmene okomice.
L_{WL}	Duljina na projektnoj vodnoj liniji. Jednaka je udaljenosti između presjecišta konstrukcijske vodne linije s konturom pramčane statve i analognog presjecišta iste vodne linije s konturom krmene statve.

Isto tako, ne manje važne izmjere su i:

L_P	Duljina paralelnog srednjaka – duljina nepromjenjivog poprečnog presjeka trupa ispod konstrukcijske vodne linije.
L_R	Duljina krmenog zaoštrenja, mjeri se od paralelnog srednjaka ili od rebra najveće ploštine (ako nema paralelnog srednjaka) do krmenog kraja konstrukcijske vodne linije.
L_E	Duljina pramčanog zaoštrenja, mjeri se od paralelnog srednjaka ili od rebara najveće ploštine (ako nema paralelnog srednjaka) do pramčanog kraja konstrukcije vodne linije.

2. Poprečne izmjere:



Slika 13 ► Poprečni presjek

B_M	Najveća širina broda mjerena na vanjskom rubu rebara.
B_{OA}	Najveća širina broda bez obzira na kojem mjestu, nalazi se ispod ili iznad vodne linije.
B_{WL}	Najveća širina na konstrukcijskoj vodnoj liniji, bez obzira na kojem se položaju nalazi.
B_X	Širina na konstrukcijskoj vodnoj liniji na mjestu rebra najveće ploštine.

3. Vertikalne izmjere:

D_M (H)	Visina broda – mjeri se u ravnini glavnog rebra, od gornjeg ruba kobilice do gornjeg ruba sponje najviše neprekinute palube na boku broda. Kod drvenih brodova visina se mjeri od vanjskog utora oplate na kobilici do gornjeg ruba sponje na boku.
F_M	Nadvođe – visina nadvodnog djela broda mjerena na polovini duljine LPP, od konstrukcijske vodne linije do gornjeg ruba opločenja palube (uključujući drvenu oblogu palube ukoliko postoji).
T_A	Gaz na krmi – mjeri se na krmenoj okomici od osnovice do vodne linije.
T_F	Gaz na pramcu – mjeri se na pramčanoj okomici od osnovice do vodne linije.
T_M	Srednji konstrukcijski gaz – visina uronjenog dijela broda, mjeri se na polovini L_{PP}, od gornjeg ruba kobilice do konstrukcijske vodne linije.
T_X	Konstrukcijski gaz na rebru najveće ploštine – visina uronjenog dijela broda mjeri se na položaju rebra najveće ploštine, od gornjeg ruba kobilice do konstrukcijske vodne linije.

4.1.2 ▸ HIDRODINAMIKA PLOVILA

Hidrodinamika plovila izučava:

- Kretanje plovila kroz vodu i pojave koje nastaju tijekom kretanja;
- Probleme pokretnosti plovila i kormilarenje;
- Ponašanje plovila na valovima;

Pokretljivost plovila je njegovo svojstvo premještanja po vodi pod djelovanjem sile poriva, a za proračun sile poriva potrebno je poznavati veličinu otpora plovila te svojstva propulzora.

Otpor plovila je sila (N) koja se suprotstavlja kretanju broda. Da bi se tijelo kretalo određenom brzinom u tekućini, za svladavanje otpora potrebno je upotrijebiti određenu silu. Kretanju plovila kroz tekućinu suprotstavljaju se hidrodinamičke sile tekućine i aerodinamičke sile zraka. Pri plovidbi plovila kroz tekućinu zapažaju se osnovne pojave:

- U neposrednoj blizini trupa formiraju se vrtlozi zbog trenja vode o trup (granični sloj);
- Po krmi plovila se opažaju veliki virovi;
- Stvaraju se valovi koji prate plovilo.

Otpor plovila dijeli se na:

- Otpor podvodnog dijela plovila (otpor kretanja kroz vodu) R_V;
- Otpor nadvodnog dijela plovila (otpor kretanja kroz zrak) R_Z;
- Dodatne otpore R_O.

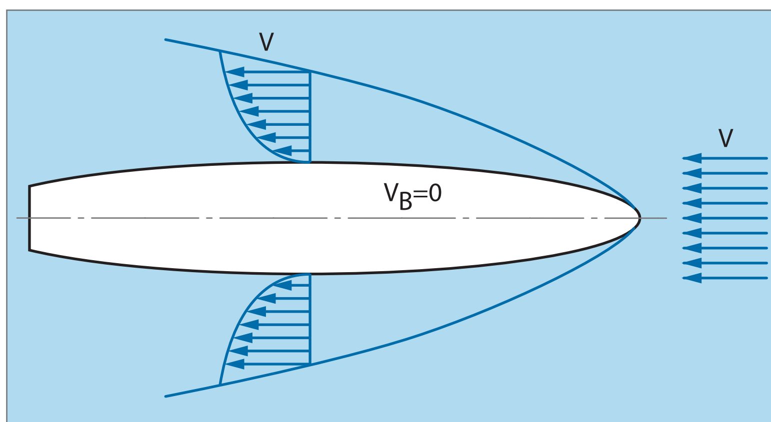
Dodatno otpor plovila dijeli se na:

- Otpor trenja R_F;
- Otpor valova R_V;
- Otpor tlakova R_P;
- Otpor privjesaka R_{PR}.

Osnovna jednadžba za otpor plovila:

$$R = R_V + R_Z + R_O = R_F + R_W + R_P + R_{PR} + R_Z + R_O$$

Otpor trenja je osnovna komponenta ukupnog otpora za većinu plovila te iznosi od 50% do 90% ukupnog otpora.



Slika 14 ▸ Priroda otpora trenja broda

Otpor trenja R_F je posljedica viskoznosti vode koja se za vrijeme gibanja plovila prikazuje kao unutarnje trenje. U tankom sloju vode uz površinu tijela, koji se zove *pogranični sloj*, odvija se prijenos energije s plovila na okolnu vodu i stvara se otpor trenja.

Pogranični sloj se proširuje od krme prema pramcu jer se povećanjem dužine broda povećava i površina vode obuhvaćena trenjem. Na otpor trenja utječe sljedeće:

- Hrapavost vanjske oplate plovila – povećanje otpora trenja zbog hrapavosti vanjske oplate iznosi prosječno od 15% do 20%;
- Veličina oplakane površine – povećanjem površine povećava se otpor trenja;
- Brzina plovila – povećanjem brzine povećava se otpor trenja;
- Dužina plovila – povećanjem dužine povećava se otpor trenja.

Pri proučavanju procesa gibanja vode, kojima upravljaju sile viskoziteta i sile inercije, važnu ulogu ima bezdimenzionalni Reynoldsov broj (R_e):

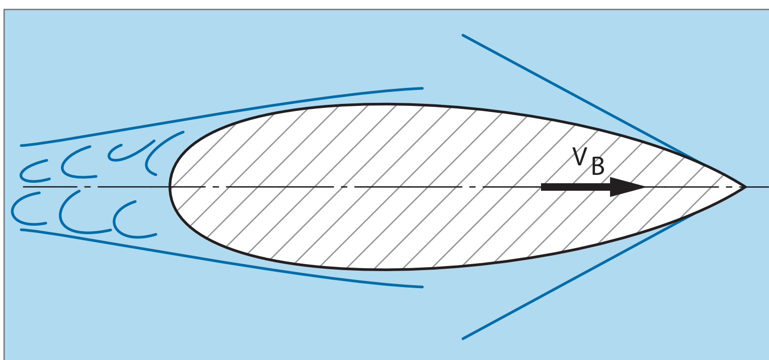
$$Re = \frac{L \cdot V}{\nu}$$	L – dužina broda (m); V – brzina plovila (m/s) ν – $\mu \cdot \rho$ = kinematički koeficijent viskoznosti (m^2/s) μ – dinamički koeficijent viskoznosti ($N \cdot s/m^2$) ρ – gustoća tekućine (kg/m^3)

Ovisno o veličini Reynoldsovog broja i o stupnju hrapavosti trupa, strujanje u pograničnom sloju može biti laminarno ili turbulentno. Karakteristika laminarnog strujanja je klizanje pojedinih slojeva tekućine jednog po drugom, slijedeći obrise oplate plovila, bez značajnih promjena brzine. Turbulentno strujanje karakterizira neustaljeno gibanje čestica, koje izaziva neprestano miješanje masa tekućina i vrlo velikih oscilacija brzine u svakoj točki. Otpor trenja je znatno veći u turbolentnom području. U praksi, gotovo je isključivo prisutno turbulentno strujanje, a laminarno strujanje se već u području pramca vrlo brzo destabilizira i nestane. Zato je važno da oplata plovila, posebno na pramcu, ima što veću glatkoću. Povećanje otpora trenja zbog povećanja hrapavosti plovila prosječno iznosi od 15% do 20%, a može biti i preko 40%.

Otpor valova R_V nastaje zbog otpora vode koja se odupire promjeni vlastitog stanja. Povećanjem brzine plovila, povećavaju se valovi, odnosno otpor valova.

Postoje dvije vrste:

- razilazni valovi;
- poprečni valovi.



Slika 15 ▸ Oblik povoljan za otpor valova

Kod malih brzina poprečni valovi su slabo uočljivi, dok se razilazni primjećuju. Porastom brzine raste i intenzitet poprečnih valova pa se njihovi dolovi i brijegovi počinju jasno ocrtavati uz bok broda. Broj poprečnih valova po dužini plovila raste povećanjem brzine, što kod velikih brzina rezultira pojavom samo jednog vala po dužini broda.

Valovi se javljaju samo kod plovila koja plove površinom. Ako je plovilo (npr. podmornica) udaljeno od površine za jedan i pol do tri vlastita promjera, valovi nestaju, pa nema ni otpora valova.

Otpor valova ovisi o:

- Brzini kretanja plovila – povećanjem brzine progresivno raste veličina poprečnih valova, a time i njihov otpor;
- Formi plovila – porastom omjera B/T raste i otpor valova;
- Dužini plovila– povećanjem dužine smanjuje se otpor valova (ali povećava otpor trenja i to je nešto što traži optimalno rješenje).

Otpor tlakova (virova) R_P, odnosno otpor forme, nastaje jer strujnice vode na krmi ne prianjaju točno uz formu trupa plovila. Zbog toga tlak na krmi nema istu vrijednost kao i tlak na pramcu. Ova razlika tlakova čini otpor virova.

Otpor virova ovisi o brzini, te prvenstveno o formi krme odnosno načinu na koji je izvedeno „zaoštrenje“ trupa plovila od paralelnog srednjaka prema krmi. Glavni uzrok stvaranja virova kod plovila uobičajenih formi je širenje graničnog sloja, što izaziva promjenu režima osnovnog strujanja.

Na krmi plovila pune forme, strujnice u graničnom sloju ne mogu slijediti formu tijela, pa se granični sloj otkida od površine tijela, strujnice se zakreću i stvaraju virove. Kod oštrijih formi krme debljina graničnog sloja raste postupno, otkidanje nastaje na nekoj točki u samoj blizini krme pa i otpor virova postaje manji.

Otpor zraka R_Z, nastaje zbog kretanja nadvodnog dijela kroz zrak. Da bi se postigao što manji otpor zraka potrebno je:

- Izgraditi što niže nadgrađe;
- Zaokružiti nadgrađe i dati mu strujni oblik;
- Izvesti strukturu nadgrađa stepenasto prema pramcu i prema krmi.

Otpor privjesaka R_{PR}, čini zajednički otpor ljuljne kobilice, skrokova, kormila, stabilizatora i slično. Obzirom na malu površinu privjesaka otpor trenja je mali, međutim, veći utjecaj na otpor ima pojava virova na privjescima i iza njih pa se stoga nastoji da oblici privjesaka na podvodnom dijelu budu vitki i bez oštrih rubova.

4.1.3 ▸ BRODOVI I KONVOJI U UNUTARNJOJ PLOVIDBI

Brodove unutarnje plovidbe **prema namjeni** dijelimo na:

- **trgovačke brodove** – plovila namijenjena za prijevoz putnika i robe (dužine 20 m i više, te tegljači i potiskivači bez obzira na dužinu);
  - teretni brodovi – namijenjeni prijevozu isključivo raznih vrsta tereta;
  - putnički brodovi – namijenjeni prijevozu više od 12 putnika (mogu biti izletnički ili kabinski brodovi);
- **specijalne brodove** – plovila namijenjena za posebne poslove i zadaće – javna plovila (plovila kapetanija, policije, vatrogasne službe), tehnička plovila (bageri, elevatori, plovne dizalice), ribarski brodovi, ledolomci, skele i slično;
- **ratne brodove** – plovila namijenjena za provođenje ratnih operacija na rijekama i jezerima.

Nadalje **teretni brodovi** mogu se podijeliti na:

- **brodove sa vlastitim pogonom (motorni brodovi)** – plovila koja koriste svoj vlastiti mehanički pogon za plovidbu, izuzev plovila koja koriste motore isključivo za manja premještanja (u luci, na sidrištu) ili za povećanje manevarskih sposobnosti u konvojima;

- tegljači – plovila posebno konstruirana i opremljena za pokretanje tegljenih konvoja;
- potiskivači – plovila posebno građena za pokretanje potiskivanih konvoja;
- samohotke – motorni brod namijenjen za prijevoz tereta u vlastitim skladištima.

U praksi se pojavljuju i kombinirani brodovi koji prevoze teret u vlastitim skladištima i istovremeno su osposobljeni za pokretanje potiskivanih konvoja:

- **brodovi bez vlastitog pogona** – plovila koja ne koriste vlastiti mehanički pogon za plovidbu i izgrađena su i opremljena za plovidbu u konvojima koje pokreću motorni brodovi;
  - potisnice – plovila posebno izgrađena i opremljena za plovidbu u potiskivanim konvojima tj. da se potiskuju;
  - teglenice – plovila posebno izgrađena i opremljena za plovidbu u tegljenim konvojima tj. da se tegle.

Neke od posebnih vrsta trgovačkih teretnih brodova sa i bez vlastitog pogona su:

Tankeri – namijenjeni za prijevoz različitih vrsta robe u tekućem stanju, kao što su:

- Nafta i derivati;
- Kemijski proizvodi;
- Tekući plinovi.

Većina spomenute robe opasni su tereti koji se prevoze putem specijalnih tankerskih plovnih jedinica s odgovarajućim sigurnosnim svojstvima. Europski propisi i preporuke poput ADN, ADN–R i ADN–D, kao i nacionalni zakoni koji propisuju prijevoz opasnih tereta, posebno su važni u ovom kontekstu.

Moderna plovila imaju dvostruku oplatu koja sprječava istjecanje tereta, ukoliko dođe do oštećenja vanjske oplate. Brodsko skladište je često podijeljeno u nekoliko zasebnih spremnika koji mogu biti odvojeni u individualna područja. To znači da su sustavi punjenja spremnika i gašenja požara (gasna povratna cijev, cijevi za ostatak tvari i spremnik za ostatak tvari) međusobno odvojeni. Ovi sustavi su neophodni kako bi se spriječilo da otrovni preostali plinovi i tekućine ne dođu u kontakt sa okolinom. Spremnici od nehrđajućeg čelika ili brodska skladišta sa posebnom prevlakom koriste se kako bi se

spriječilo da opasni tereti reagiraju sa površinom spremnika. Grijači i ventili se koriste kod prijevoza tereta koji se lako zamrzne zimi, a sustav prskalica na palubi štiti spremnike od ljetnih vrućina. Prijevoz tekućih tereta zahtijeva najnoviju tehnologiju.

Kontejnerska plovila su namijenjena za prijevoz svih tipova kontejnera u kojima se uglavnom prevozi visokotarifna roba koja zahtijeva visok stupanj očuvanosti. Kontejnerski prijevoz se smatra jednim od glavnih rastućih tržišta za prijevoz unutarnjim plovnim putovima. Dok sektor tradicionalnog rasutog tereta ima tendenciju zasićenja, kontejnerski prijevoz pokazuje najveći potencijal rasta. Razvijeni su namjenski brodovi kako bi se moglo nositi sa povećanom potražnjom. Na dobro razvijenim riječnim sustavima s dobrim navigacijskim uvjetima, kontejnerska plovidba ima tendenciju biti ekonomičnija.

RoRo plovila su namijenjena uglavnom za prijevoz cestovnih vozila svih vrsta. Glavna prednost Ro/Ro prijevoza najizraženija je u manje razvijenim zemljama Istočne Europe; potrebne su relativno male investicije u lučku infrastrukturu pa time Ro/Ro predstavlja hitno intermodalno rješenje za zemlje sa slabije razvijenom lučkom infrastrukturom. Glavni nedostaci Ro/Ro plovidbe uključuju iskorištenost prostora na brodovima blizu optimalnog te priključivanje skupih sredstava kao što su prikolice.

Osnovni tipovi konvoja

Radi optimalnog stupnja iskorištenosti plovnog puta rijeke Save kao i transportnih sredstava, posebno kod transporta niskotarifnih roba (građevinski materijal, drvo, ruda, žito i slično), plovila (potisnice i teglenice) se povezuju u konvoje (sastave). Osnovne tipove konvoja čine:

Potiskivani konvoj koj čini čvrsto povezan sastav plovila od kojih je najmanje jedno plovilo postavljeno ispred motornog plovila koje pokreće konvoj, a koje se naziva potiskivač. Konvoj formiran od potiskivača i potiskivanih plovnih objekata čiji spoj omogućava kontrolirani i djelomični otklon (zakret) plovnih objekata od smjera kretanja potiskivača, također se smatra čvrstim.

Na Savi se obično povezuju 2, 4 ili 6 potisnica kojima upravlja potiskivač odgovarajuće snage. Standardne potisnice koje se obično koriste na Savi imaju dužinu od 76,5 m, širinu od 11,0 ili 11,4 m i nosivost od oko 1650 tona za gaz od 2,5 m. Veliki konvoj od 6 potisnica ima dužinu do oko 185 m

(potiskivač i dvije potisnice u duljinu, tri usporedno). Potiskivani konvoji prevladavaju na Donjoj Savi od ušća do Slavonskog Broda. Veličina potiskivanog sastava ovisi o stanju i gabaritima plovnog puta.

Tegljeni konvoj koji čini svaki sastav formiran od jednog ili više plovila, plutajućih objekata ili plovećih tijela koje tegli jedno ili više motornih plovila, pri čemu motorna plovila čine dio konvoja i nazivaju se tegljačima. Teglenice vučene tegljačima danas su gotovo potpuno napuštene na europskim plovnim putovima, dok su na Savi još uvijek zastupljene.

Bočni konvoj koji čini grupu plovila vezanih bokom uz bok od kojih se nijedno ne nalazi ispred motornog plovila koje pokreće konvoj. Često se formira u svrhu manevriranja u lukama, prevodnicama i na sidrištima.

4.2 ▸ OPREMA BRODA

Kako bi se plovila mogla namjenski koristiti neophodno je da budu opremljena tzv. opremom broda, što podrazumijeva brodski pribor i uređaje. Raznovrsnost opreme broda ovisi i o veličini i vrsti plovila, sektora plovidbe te namjeni plovila. Oprema mora biti u ispravnom stanju i na predviđenim mjestima kako bi se mogla efikasno koristiti.

Uređaji na plovilu su uglavnom pomoćni strojevi i druge naprave, ugrađene ili pričvršćene za palubu.

Za razliku od opreme koju čine krupniji ugrađeni ili pokretni predmeti, pribor čine sitniji pokretni predmeti raznovrsne opće namjene. Svi navedeni uređaji ili predmeti mogu služiti za više namjena.

Ovisno o glavnoj namjeni i lokaciji, u osnovnu opremu plovila ubrajaju se:

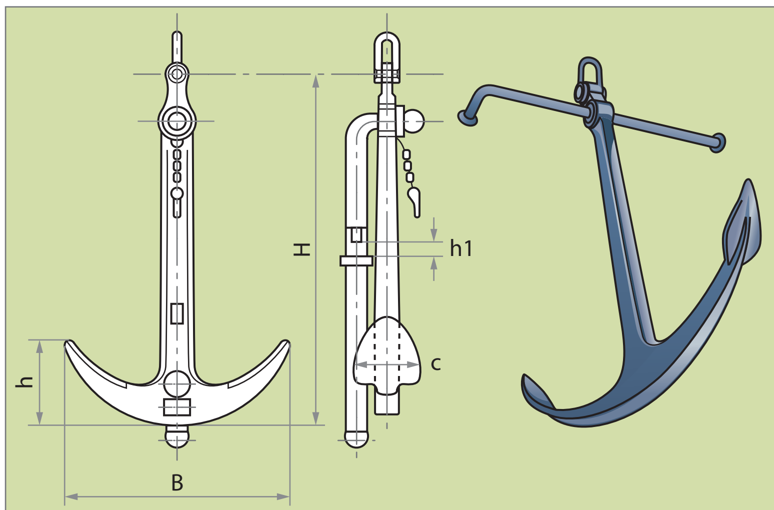
- oprema i uređaji za sidrenje;
- oprema i uređaji za izvezivanje;
- oprema i uređaji za sprječavanje prodora vode;
- oprema i uređaji za borbu protiv požara;
- oprema i uređaji za spašavanje;
- oprema i uređaji za navigaciju;
- oprema i uređaji za brodsku vezu i signalizaciju;
- oprema i uređaji za vuču i potiskivanje;

- oprema i uređaji za utovar i skladištenje;
- oprema i uređaji za održavanje pogona i instalacija;
- oprema i uređaji opće namjene;
- oprema za prvu pomoć.

Oprema i uređaji za sidrenje: nalaze se na pramcu i krmi i većim su dijelom smješteni na glavnoj palubi. Čine je: sidreno vitlo (koje može biti električno, motorno ili ručno), glavno sidro, rezervno sidro (80% težine glavnog sidra), pomoćno sidro (20% težine glavnog sidra), sidreni lanci (debeli i tanki), grotlo, čiga, pomoćna bitva, osigurači, lančanik i drugo. Dužina sidrenog lanca u pravilu treba biti dužina i pol sidrenog objekta. „Registar brodova" ili drugo, od države ovlašteno „Tehničko nadzorno tijelo", propisao je temeljem „Tehničkih pravila" standarde za odnose mase broda i mase sidra te prekidnu čvrstoću sidrenog lanca.

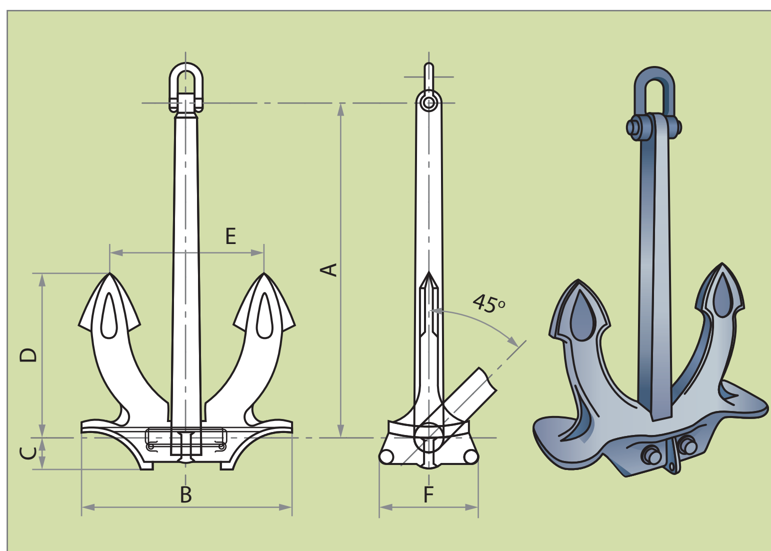
Općenito sidra dijelimo na:

- Admiralitetno sidro, naziv je dobilo po engleskom admiralitetu koji je prvi propisao dimenzije ovog tipa sidra. Sastoji se od struka, krune, krakova, lopata, pandže, klade s jabukama i spojne karike (škopca). Ova sidra dobro drže, ali im se lanac lako zapetlja oko klade ili kraka. Nedostatak ovog sidra je otežano rukovanje radi čega se pribjeglo izvedbama s jednim krakom (tzv. polusidro) koje se još koristi i kod sidrenja plutača kao i drugih fiksnih plovnih objekata i oznaka sigurnosti plovidbe;

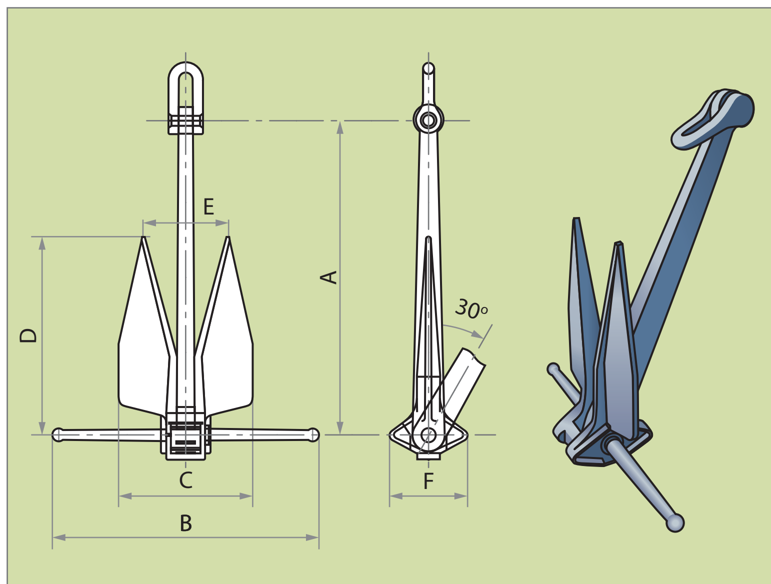


Slika 16 ▸ Admiralitetno sidro

- Patentna ili zglobna sidra: čija izvedba omogućava uvlačenje struka u oko broda te laku i jednostavnu upotrebu u svakom trenutku. Od patentnih sidara najbolje rezultate postigli su Hall i Danforth sidra.



Slika 17 ▸ Hall sidro



Slika 18 ▸ Danforth sidro

Oprema i uređaji za izvezivanje: smješteni su i simetrično raspoređeni na glavnoj palubi (pramac, krma bokovi) kako bi se što sigurnije mogao obaviti postupak izvezivanja ili privezivanja plovila. Osim priteznih vitala, užadi i bitve koji čine osnovu opreme prema tehničkim pravilima, tu se ubrajaju: izbacivač sa užetom, kalem za užad, kolac (kazuk) okovan, malj okovan, odupirači okovani, koloturnik čelični okovan, odbojnik čaklja, odbijač – štica, lopata, spojnica – klanfa, krstača (jednostruka i dvostruka), ambus, radla i dr.

Užad za izvezivanje može biti čelična (čela) i usukana i pletena užad. Svako uže ima svoju namjenu pa se tako čelična užad koristi kod tegljenja, potiskivanja, privezivanja, povezivanja itd. Usukana ili pletena užad koristi se kod izvezivanja u prevodnicama, kod izvezivanja bok uz bok, ali ne u plovidbi već samo kod noćenja.

Osim užadi na brodu je potrebno imati odupirač i kazuk, drveni kolac zašiljen i okovan na vrhu, koji služi za vez ukoliko ne postoji pogodno mjesto za vez.

Oprema i uređaji za sprječavanje prodora vode: od velike su važnosti i podrazumijevaju opremu za ispumpavanje vode (ručne, električne i mehaničke crpke) te opremu za sprječavanje prodora vode u brod (ponjava za spašavanje, drveni klinovi, tovatna mast, brzovezujući cement itd.). Treba imati u vidu da se zbog specifičnosti same unutarnje plovidbe (mali broj članova posade) i plovne infrastrukture teško mogu koristiti sredstva i pribor za borbu protiv prodora vode pa se u slučaju prodora vode i havarije uglavnom koriste crpke i manevar nasukanja u pliće dijelove vodnog puta.

Oprema i uređaji za borbu protiv požara: mora biti na svakom plovilu. Ovisno o veličini i namjeni, projektira se i ugrađuje sustav orošavanja, postavljaju se spremnici sa inertnim plinom i pjenom te raspoređuje određena količina mobilnih aparata za gašenje. Koriste se različiti mediji za gašenje različitih vrsta požara (el. instalacije, nafta i naftni derivati, kemikalije, drvo itd).

Oprema za spašavanje: mora biti pristupačna i redovito održavana. Čine je: vijenci i prsluci za spašavanje, čamac i splav za spašavanje s propisanom opremom.

Oprema i uređaji za navigaciju i kormilarenje: nalazi se na palubi ili u kormilarskoj i zapovjedničkoj kabini na mjestima gdje je dobra vidljivost. Osnovni elementi navedene opreme su zapovjedni pult sa instrumentima, uređaji za

prijenos informacija u strojarnicu te kormilo sa transmisijom, perom kormila i njegovom osovinom. Uređaji i oprema koji se nalaze u kormilarnici detaljnije su opisani u poglavlju 6, koje šire obrađuje navigaciju.

Oprema i uređaji za brodsku vezu i signalizaciju: se nalaze na zapovjednom mjestu ili na pogodnom mjestu na nadgrađu plovila do kojega se iz kormilarnica lako dolazi. Najznačajniji su: sirena, zviždaljka, klakson, truba, brodsko zvono, brodski razglas, brodska radio stanica, jarboli, signalna i navigacijska svjetla, zastave i zastavice (prema međunarodnom signalnom kodeksu), signalne rakete i drugo.

Oprema i uređaji za vuču i potiskivanje: raspoređena je na glavnoj palubi i nadgrađu plovila. Na krmenom se dijelu postavlja uređaj i oprema za tegalj, dok je na pramčanom dijelu oprema za potiskivanje. Neki od važnijih uređaja:

- uređaj za vuču – vučno vitlo – obvezno za tegljače jače od 200 KW;
- uređaj za vuču – vučna automatska kuka sa osiguračem otvaranja;
- čelično uže – vučnik dužine od 80 do 350 m i debljine od 12 do 32 mm, ovisno o snazi tegljača;
- zateg za vučnik;
- lučni branik (goling);
- pomoćna bitva za osiguranje vučnika;
- dodatna svjetla i dnevne oznake;
- zatezna vitla.

Vučno i zatezno vitlo može biti: ručno (steznik – niper), motorno, električno, hidraulično vitlo (steznik – kalem) kao i kombinacija nekog od navedenih.

Oprema i uređaji za utovar i skladištenje: kao i njihov raspored ovise o namjeni plovila i vrsti tereta koji se prevozi. Pored opreme i pribora za ručni utovar (rijetko se viđa na plovilima) danas se uglavnom koristi moderna električna, hidraulična i pneumatska oprema koja se kombinira ovisno o veličini i namjeni. Prilikom manipulacije teretom kod utovara/istovara pored dizalica koriste se:

- palete, daske, ploče i kopnjeve za slaganje tereta;
- kuke i kliješta (oštre i tupe);
- hvatače (grajferi) i žvale za rasute terete;

- cijevi, žljebovi i lijevci za utovar/istovar;
- mreže, platnjače, košare, sanduci i sl. za lakšu i kabastu robu;
- klade, magnete, poluge i slično;
- ručna, električna i motorna kolica, viličari i sl. za razvoz i slaganje robe u skladištima.

Oprema i uređaji za održavanje pogona i instalacija su raznovrsni, uglavnom vezani za pogon, glavne i pomoćne motore te instalaciju na plovilu. Najveći je dio ove opreme smješten u brodskoj radionici, a čine je razne vrste alata i instrumenata kojima se mjere parametri i otkrivaju kvarovi. Na plovilu se mora nalaziti i određena količina rezervnih dijelova koji se mogu zamjeniti u kratkom vremenu.

Oprema i uređaji za opću namjenu: svi oni koji nisu navedeni u prethodnim grupama, a koriste se svakodnevno tijekom eksploatacije plovila. Najznačajniji su:

- čamac sa lancem, veslima, ispolcem, sidrom i ručnom svjetiljkom;
- skela za izlaz – siz (daska 6 m x 40 cm), ograda, spajač, nogare, stepenice – lojtre;
- hladnjak, ledenica, vjedro za vodu s užetom dužine 6 m;
- radio i TV prijemnik, antene i slično;
- sjekira, kliješta, sjekač, pila, uvrtač, strugalica, lopata za snijeg, čelična četka i slično;
- komplet univerzalnog alata, pribor za razbijanje leda (ledolom, sjekira i pila);
- pribor za održavanje čistoće palube i nadgrađa (metle, kofe, brisači, stupa i slično te boje, razrjeđivač sa priborom za bojanje);
- pribor za održavanje čistoće i higijene zajedničkih i prostorija (salon, kormilarnica, hodnici, kabine i slično);
- posebni pribor za održavanje higijene i čistoće kuhinje i smočnice.

Nekima od navedenih dijelova opreme i uređaja zajedničko je to da se moraju periodično prekretati te da se mora kontrolirati njihova ispravnost, a rukovanje pojedinom opremom se redovno uvježbava u okviru vježbi kojima se posada i plovilo drže u stanju uvježbanosti u slučaju nesreće ili drugog izvanrednog događaja.

4.3 ▸ POGONSKA POSTROJENJA

Pogonskim uređajima plovila nazivaju se energetski uređaji koji proizvode odgovarajuću vrstu energije potrebne plovilu u eksploataciji, a dijelimo ih na:

- Glavne energetske uređaje, koji služe za pogon (propulziju) plovila – glavni strojevi;
- Pomoćne energetske uređaje, koji služe za zadovoljavanje svih ostalih potreba za energijom na plovilu – pomoćni strojevi.

Potrebna snaga glavnih strojeva ovisi o veličini i brzini plovila, dok snaga pomoćnih strojeva najviše ovisi o namjeni i tehnološkoj opremljenosti plovila.

Glavni pogonski strojevi, imaju ulogu ostvarivanja propulzije pomoću motora s unutarnjim sagorijevanjem, parnih ili plinskih turbina. Kao pogonski motori na trgovačkim plovilima se uglavnom ugrađuju *dvotaktni jednoredni dizel motori*. Osnovne karakteristike propulzionog motora su:

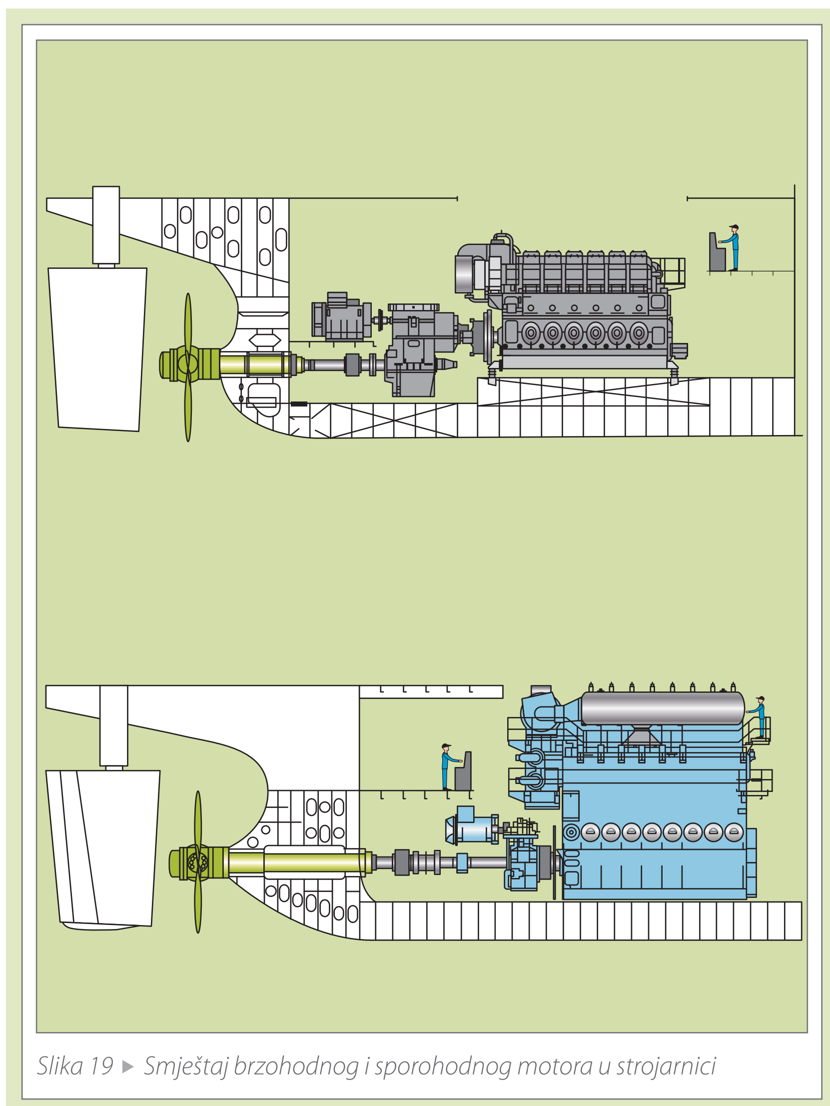
- Mogućnost mijenjanja broja okretaja u širokom rasponu;
- Mogućnost sigurnog prekretanja u kratkom vremenu;
- Mogućnost rada pri malom broju okretaja;
- Sigurno upućivanje u toplom i u hladnom stanju;
- Pouzdan rad pri valjanju, odnosno, posrtanju plovila.

Parne (plinska) turbine se najčešće primjenjuju kod ratnih te velikih trgovačkih morskih plovila čija snaga iznosi više od 30000 kW, a prednosti su im:

- Veliki okretni moment pri malim okretajima;
- Manji stroj za istu snagu;
- Para proizvedena u kotlovima može se koristiti za grijanje tereta kao i za pranje spremišta tereta;
- Miran tok i dobra upravljačka svojstva.

Za snage do 15000 kW uobičajena je primjena dizel motora.

Plinske turbine nisu našle širu primjenu na trgovačkim plovilima i uglavnom se koriste kod ratnih brodova kako bi se postigle maksimalne brzine i velika koncentracija snage pa se često koriste u kombinaciji sa dizel motorom.



Slika 19 ▸ Smještaj brzohodnog i sporohodnog motora u strojarnici

Pomoćni pogonski strojevi, su svi oni strojevi neophodni za ispravno funkcioniranje glavnog brodskog pogona, a to su:

- pogonski strojevi generatora struje;
- crpke neophodne za rad pogonskog stroja;
- kompresori za punjenje boca komprimiranim zrakom potrebnim za upućivanje porivnog (propulzijskog) dizel motora itd.

4.4 ▸ PROPULZIJA

Možda nismo navikli razmišljati o tome da samo pogonjenje broda, bez određenog smjera njegova gibanja, nema smisla. Pa ipak je uobičajeno, unutar brodske hidrodinamike – najkorisnijeg i najposebnijeg (najspecifičnijeg) teorijskog alata brodograditelja, odvojeno promatrati pogon i kormilarenje. Skup svih sredstava za upravljanje na plovilu zove se upravljačko-propulzijski sustav (UPS ili SPU).

U području propulzije vlada neopisiva zbrka pojmova (engleski stručni nazivi). Usmjerivi porivnik AT, u žargonu poznat kao „šotel", na engleskom se naziva: azimuthing thruster, steerable thruster, fully steerable thruster, azimuthing propeller, azimuthing propulsor, swivelling thruster, rotatable thruster... Zato nije jednostavno, osobama izvan struke, vladati širom terminologijom u ovom području.

Sigurno je da je u početku plovljenja isto sredstvo ispunjavalo oba zahtjeva. Dok su naši davni preci sjedeći na oborenom stablu imali u rukama neku granu i trudili se veslajući ploviti prema cilju, primjenjivali su ono što se danas na engleskom zove „steering-propusion unit-SPU".

No, prevarili bismo se kad bismo pomislili da je to nešto potpuno novo, jer je i veslo jedan od SPU-a. Veslo, koje su ljudi napravili „usavršavajući" granu, služilo je i za kormilarenje. Na starim grčkim, rimskim i vikinškim brodovima kormilarilo se veslom – ponekad zavezanim konopom. Stoga ne iznenađuje da u njemačkom jeziku riječ *das Ruder* znači i veslo i kormilo.

Veslo je jedan od primjera SPU-a. Sastavni je dio trkaćih čamaca bez kormilara, barki na dva vesla, riječnih čamaca, eskimskih kajaka, venecijanskih gondola, indijanskih kanua itd. Ubrzan razvoj SPU razlog je što pripadajuća terminologija nije sasvim normirana. Fakultativno ih svrštavamo u 3 grupe:

1. Kombinacija propulzora i kormila (Propulsor & Rudder Combination);
2. Upravljačko-propulzijski sustav (Steering-Propulsion Unit);
3. Hibridni upravljačko-propulzijski sustav (Hybrid Steering-Propulsion Unit).

4.4.1 ▸ KOMBINACIJA PROPULZORA I KORMILA (Propulsor & Rudder Combination)

Ovaj SPS je kombinacija: a) propulzora (koji stvara različito velik poriv prema naprijed ili natrag, čime omogućava plovidbu raznim brzinama, te ubrzavanje i kočenje plovila) i b) odgovarajućeg kormila (koje poprečnom silom djeluje na plovilo i tako mu mijenja smjer plovidbe). To je klasično rješenje za velika trgovačka plovila.

Neposredna blizina propulzora i kormila rezultira pozitivnom interakcijom. Propulzor profitira jer kormilo smješteno u njegovom mlazu smanjuje gubitak kinetičke energije rotacije, dok kormilo u mlazu vijka, zbog povećane brzine dostrujavanja, razvija veću poprečnu silu. Kavitirajući vrtlozi glavine, a u manjoj mjeri i kavitirajući vršni vrtlozi, mogu izazvati kavitacijsku eroziju kormila (na brzim brodovima i ozbiljnu). Približavanje kormila vijku povoljno djeluje na smanjenje rotacije mlaza pa tako i na povećanje stupnja iskorisivosti propulzije. Međutim, ako su oni preblizu, mogu zajednički izazvati nepodnošljivu vibracijsku uzbudu trupa.

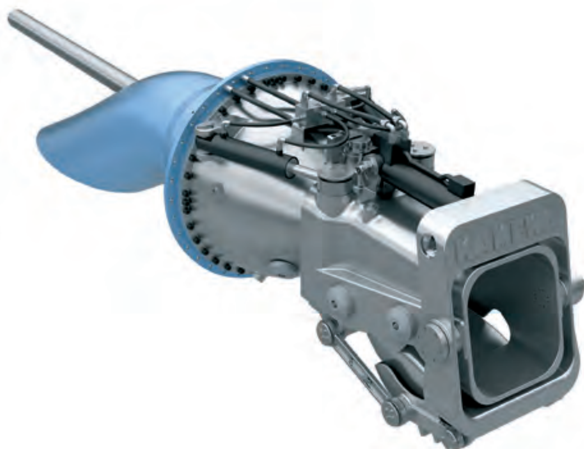
4.4.2 ▸ UPRAVLJAČKO-PROPULZIJSKI SUSTAV (Steering Propulsion Unit)

Steering-Propulsion Unit (SPU) je integralni uređaj koji izvršava zadatke pogona plovila i zadatke upravljanja plovilom. Takvi uređaji se već dugo primjenjuju na manjim i posebnim plovilima, no sada se njihova primjena širi prema plovilima sve većih tonaža.

SPU može pripadati jednoj od dvije podskupine: azimuthing SPU i nonazimuthing SPU. Azimuthing SPU ostvaruje silu poriva u bilo kojem smjeru (ali ne jednaku u svim smjerovima), tj. u području kuteva od 0° do 360°. Nonazimuthing SPU ostvaruje (pri plovidbi pramcem) silu poriva samo u ograničenom području kuteva unutar dva krmena kvadranta.

Nonazimuthing SPU – NSPU podgrupi pripadaju: vodomlazni propulzori, djelomično uronjeni vijci – DUV i složeni propulzori „vijak i okretljiva sapnica".

Vodomlazni propulzor (Waterjet propulsor) kraće „mlazni propulzor" različitih tipova primjenjuje se u plitkim akvatorijima, posebno nereguliranim rijekama, no daleko više takvih propulzora ugrađeno je na brza i vrlo brza plovila na kojima dolaze do izražaja sljedeće njihove prednosti: jednostavan prelaz vršnog otpora, velika neosjetljivost na kavitaciju, nizak nivo šuma i vibracijske uzbude, dok su mu mane velika težina i gubljenje istisnine na krmi.



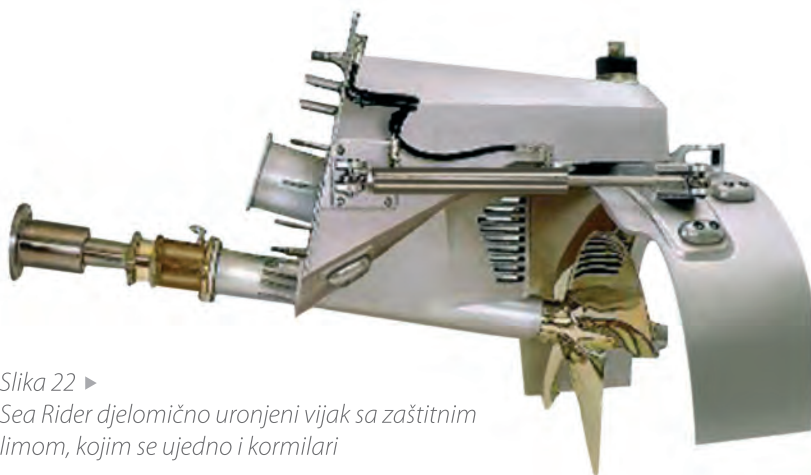
Slika 20 ◂
Vodomlazni propulzor

Djelomično uronjeni vijci (**Surface piercing (semisubmerged) propeller SPP)** su vijci raznovrsnih izvedbi koji se ugrađuju na vrlo brza plovila jer se dobro prilagođavaju promjeni gaza pri glisiranju, postižu visoke stupnjeve korisnosti (nema gubitaka koji su posljedica otpora vijčane osovine, skrokova i glavine vijka), ne ugrožava ih kavitacija, jednostavno prelaze grbu otpora i pogodni su za plitke vode.

Zaštita od preopterećenja pogonskog stroja pri plovidbi malim brzinama, kod kojih se zrcalo još nije očistilo, u praksi se postiže na dva načina. Prvi način primjenjuje se u hidrauličnim mehanizmima koji omogućavaju vertikalno pomicanje vijka.



Slika 21 ◂
Arneson pogon s djelomično uronjenim vijkom na kraju horizontalno i vertikalno pomične osovine. Crnim gumenim posuvratkom (manšetom) zaštićen je kardanski zglob



Slika 22 ▸
Sea Rider djelomično uronjeni vijak sa zaštitnim limom, kojim se ujedno i kormilari

Drugi način smanjenja opterećenja pogonskog stroja jest primjena zaštitnog lima u obliku obrnutog slova „U“ kojim je okružen vijak i u koga se dovode ispušni plinovi kako bi se izazvala umjetna kavitacija, te tako smanjila apsorpcija snage. Nedostatak svih izvedbi SPP je njihovo daleko protezanje iza krmenog zrcala i oblak vodene prašine koju propulzori „U“ lima podižu pri nekim režimima rada.

Vijak u okretljivoj sapnici (Steerable ducted propeller SDP – screw propeller in steerable duct (nozzle)) primjenjuje se na plovilima na kojima su vijci jako opterećeni (na ribarskim brodovima, minolovcima, ledolomcima). Osim što se povećanjem brzine strujanja vode kroz vijak smanjuje opterećenje vijka i tako doprinosi ostvarenju većeg stupnja korisnosti, što i jest glavni zadatak sapnice, ona djeluje povoljno na homogenizaciju polja dostrujavanja, poboljšava stabilnost plovila na kursu (ali mu istodobno smanjuje okretljivost) i štiti vijak.

AziPod sistem (SPU–ASPU) obuhvaća četiri podgrupe, a to su:

Vertikalni propulzor za razliku od svih ostalih ima vertikalnu osovinu. Na ploči učvršćenoj na donjem kraju spomenute osovine, uležištena (utemeljena) su vertikalno postavljena krila, odnosno lopatice (zbog toga se VSP naziva i krilasti propulzor), koja posebni mehanizam oscilatorno rotiraju oko njihove osi. Rezultantno gibanje krila/lopatica sastavljeno od translatornog gibanja broda i rotacije oko vertikalne osi vrši se po krivulji zvanoj cikloida. Zato se taj tip naziva i cikloidni propulzor. U ovoj se grupi propulzora nalaze Voith Schneider Propeller – VSP i Kirsten-Boeing propulzor. Pri gibanju krila/

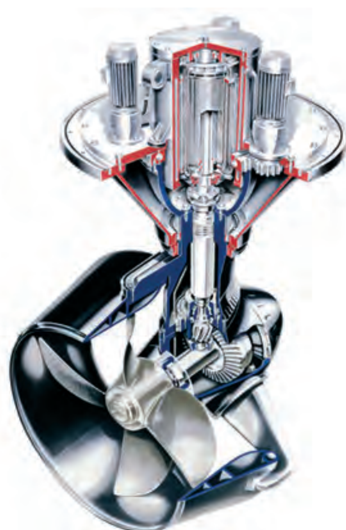
lopatica kroz vodu javljaju se kod VSP hidrodinamičke sile: uzgon i otpor, pri čemu je sila uzgona, koja je korisna sila, mnogo veća od sile otpora; zato se govori o krilima VSP-a. Kirsten-Boeing propulzor iskorištava otpor za stvaranje poriva, dakle K-B propulzor ima lopatice.

Azimuthing ili steerable ili rotateable thruster – AT je propulzor, zovu ga i porivnik, u kojem se snaga razvijena elektromotorom, dizelskim ili benzinskim motorom mehanički prenosi na vijak učvršćen na horizontalnoj osovini. Za tu su svrhu, osim osovina, potrebni i stožasti zupčanici. Vijci mogu biti porivni, vučni i tandem (blizanci). Kod porivnih se vijaka često susreću sapnice. Neki proizvođači stavljaju na takve propulzore i suprotnovrteće (kontrarotirajuće) vijke.

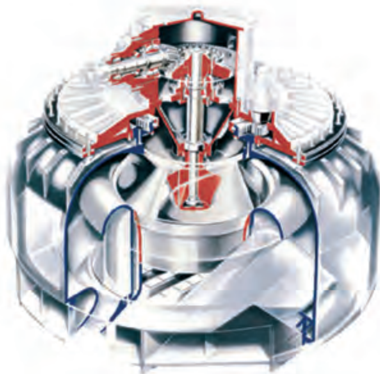
Podded propulsor – POD po izgledu je sličan ATE propulzoru pogonjenom elektromotorom, ali s bitnom razlikom što je elektromotor ugrađen u podvodno, strujno dobro oblikovano tijelo, engleski nazvano „pod“ (zato što je slično mahuni), tako da nisu potrebne uspravna i vodoravna osovina niti stožnici, jer je vijak nasađen neposredno na osovinu elektromotora.



Slika 23 ▲
Usmjerivi, elektromotorom gonjeni porivnik s tandem vijcima – CD



Slika 24 ▲
Usmjerivi, dizelskim motorom gonjeni porivnik s porivnim vijkom u sapnici – SRP



Slika 25 ▲
Centrifugalna propulzijska crpka – Schottelov model SJP®

Pump-Jet propulsor je proizvod poznate njemačke tvrtke Schottel. Bitno je različit od svih do sada spomenutih propulzora, a ukratko bi se mogao opisati kao centrifugalna crpka s vertikalnom osovinom, smještena na dnu plovila. Voda se kroz otvor na oplati usisava neposredno u crpku, a izlaz iz spirale crpke, nagnut petnaest stupnjeva prema dnu broda, usmjerava se tako da se ostvari željeni smjer poriva. Proizvodi se za snage od 0,05 do 3,5 MW.

4.4.3 ▸ HIBRIDNI PROPULZIJSKI SUSTAV

Hybrid SPS je kombinacija nekog običnog (jednostavnog) propulzora, vijka ili FPODa, i azimuthing SPU-a, najčešće je to podded propulsor POD, ali može biti i azimuthing thruster (steerable thruster) AT. Za ovaj sustav je bitno da je azimuthing SPU suosan (koaksijalan) običnom propulzoru, smješten tik iza njega i da se vrti u smjeru suprotnom smjeru vrtnje propulzora. Na razvoju HSPS se intenzivno radi i u skoroj se budućnosti očekuje njegova široka primjena.

4.4.4 ▸ DOBRE I LOŠE STRANE PROPULZIJSKIH SUSTAVA

Dobre strane zajedničke svim ASPU i Hybrid SPS, zbog koji su ovi sustavi za propulziju i upravljanje brodovima osvojili tako veliko polje primjene, nabrojene su u nastavku. Zajedničke vrline jesu:

- izvrsna upravljivost mirujućeg plovila pri plovidbi vrlo malim brzinama;
- brzo zaustavljanje;
- bitno smanjenje kruga okreta pri punoj brzini;
- posljedica nepostojanja kormila je smanjenje otpora, izbjegavanje opasnosti od kavitacijske erozije kormila, te smanjenje troškova i težine;
- smještaj vijka u vrlo jednobraznom polju brzina povisuje njegov stupanj korisnosti i smanjuje štetne posljedice kavitacije (vibracije, erozija, buka);

- kod viševijčanih brodova nema otpora privjesaka;
- budući da ne postoji statvena cijev smanjen je gubitak snage u transmisiji;
- nepotrebni su kormilo i kormilarski stroj pa su troškovi manji, a nosivost veća;
- jednostavna montaža (nema centriranja osovinskog voda);
- nepotreban poprečni porivnik na krmi.

Mane ASPU i HSPS općenito su različite kod pojedinih tipova i ne može ih se svesti na zajednički nazivnik pa ih ovom prilikom i na ovoj razini nećemo posebno razmatrati.

4.4.5 ▸ KAVITACIJA

Kavitacija je pojava isparavanja vode i stvaranja mjehura vodene pare. Nastaje u trenutku kada tlak vode postaje jednak ili manji od tlaka zasićenja vodene pare. Prilikom pada tlaka vode oko lopatica vijka na vrijednost tlaka isparavanja vode, pojavljuju se mjehurići pare koji su nošeni u područje višeg tlaka gdje implodiraju (ponovo prelaze u kapljevito stanje). Implozijom u blizini lopatica vijka dolazi do oštećenja stijenke vijka. Oštećenja se prvo javljaju na vrhovima krila gdje su strujanja i najveća. Ovu pojavu prate vibracija i buka, a posljedice su pad korisnosti vijka i njegovo oštećenje.

Slika 26 ▸ Kavitacija



4.4.6 ▸ REZIME

Na temelju svega navedenog može se primjetiti da je ovo područje u brodogradnji možda i „najpropulzivnije“ i da ima najsnažniju tendenciju razvoja. U konstrukcijskom smislu (materijali, konstrukcija, istisnina...) brodogradnja svakim danom napreduje, ali pogon i njegova pouzdanost predstavljaju područje koje bitno određuje budućnost i konkurentnost brodarstva i komercijalne plovidbe općenito. Pogon za plovila unutarnje plovidbe posebno se brzo razvija i optimizira sukladno zahtjevima koji se pred konstruktore postavljaju, a koje nameće razvoj transportnih i prometnih tehnologija. Ugradnja i korištenje pramčanih propulzora na novosagrađenim plovilima unutarnje plovidbe olakšavaju manevar i vođenje plovila te doprinose većem stupnju sigurnosti plovidbe što je veoma važno u uvjetima frekventnijeg (gušćeg) prometa na uskim ili ograničenim plovnim putovima ili njihovim dijelovima.

4.5 ▸ KORMILO

Kormilo je uređaj koji služi za usmjeravanje plovila u željeni pravac te omogućava držanje plovila u zadanom kursu.

Kormilo je bitan element, koji osim primarne svrhe upravljanja putanjom broda, može činiti i dio propulzorskog sklopa. Uz to spada i u red pomičnih privjesaka. Uvođenjem mehaničkog pogona, sve te atribute dijeli sa propelerom. Kormilo, kao i svi elementi sklopa, mora izdržati tlakove, sile i momente koji nastaju otklonom pri najvećoj brzini broda. Tomu treba dodati superponirajuće sile na listu kod nevremena, uslijed gibanja, poglavito zanošenja, zaošijanja i ljuljanja. U suvremenoj se brodogradnji primjenjuje nekoliko različitih izvedbi kormila, ovisno o tipu, veličini i brzini broda. Izvedba i oblik kormila može također ovisiti i o drugim faktorima – o preferenciji graditelja i brodovlasnika, o području plovidbe, dubini vode...

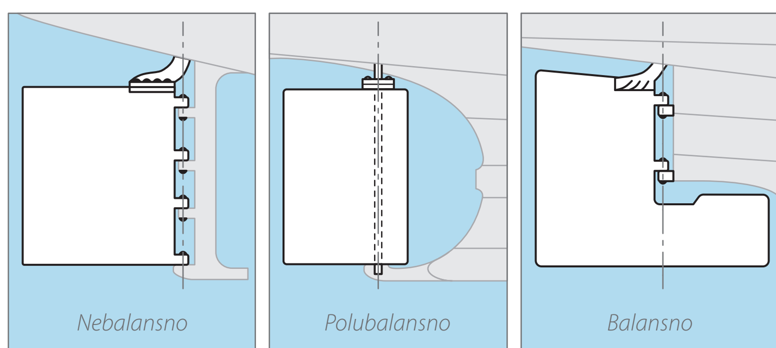
Zajedničko za gotovo sva današnja kormila, bez obzira na tip, jest hidrodinamička profiliranost horizontalnog presjeka.

Jednovijčani brodovi imaju kormilo postavljeno izravno iza vijka. Na taj način iskorištava se povoljan utjecaj vijčanog mlaza na djelovanje kormila.

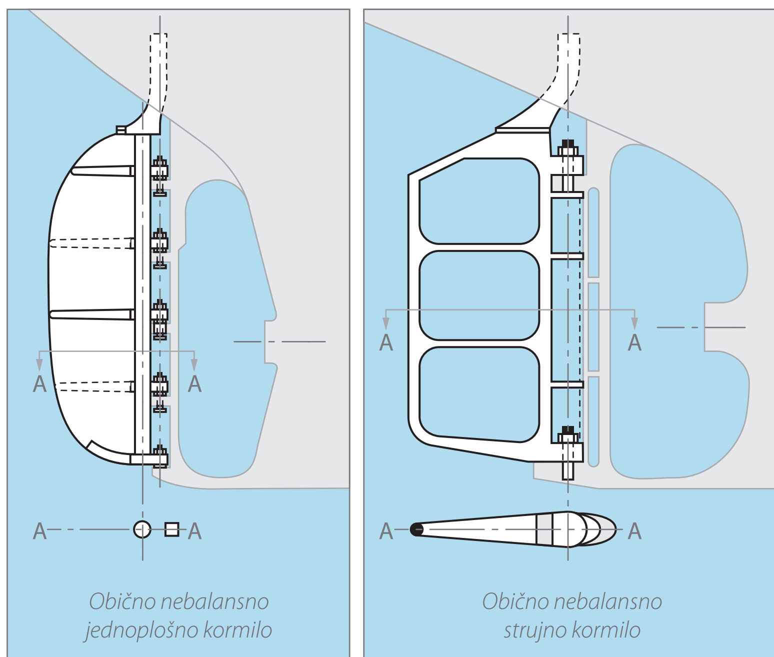
Na dvovijčane brodove ugrađuje se jedno ili dva kormila, a ako se želi veća okretljivost dvovijčanog broda, na njega se ugrađuje iza svakog vijka po jedno kormilo.

Prema položaju kormila, obzirom na njegovu os, razlikujemo: nebalansna, polubalansna i balansna kormila.

- *Nebalansna kormila*, imaju cijelu površinu iza osi rotacije kormila;
- *Polubalansna kormila*, imaju 10% – 15% površine ispred osi rotacije kormila i
- *Balansna kormila*, imaju 20% – 25% površine ispred osi rotacije kormila.



Slika 27 ▸ Podjela kormila prema položaju, obzirom na os



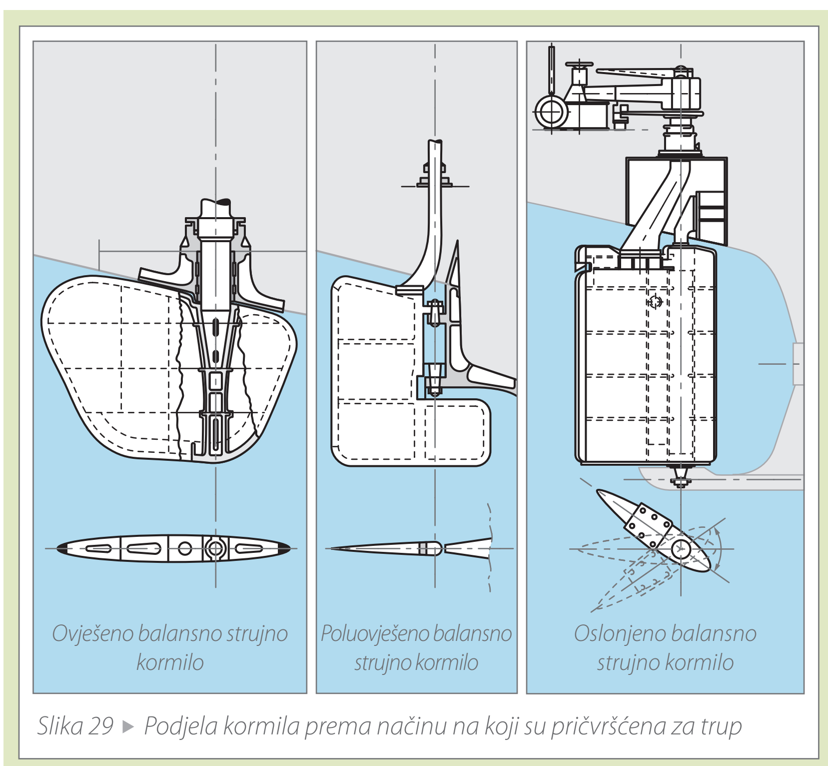
Slika 28 ▸ Podjela kormila prema obliku poprečnog presjeka tijela

Prema obliku poprečnog presjeka tijela, kormila dijelimo na:

- Jednoplošna, koja imaju presjek pravilnog plosnatog profila i obzirom da imaju veći otpor od strujnih kormila, danas se rijetko susreću u praksi i to uglavnom kod malih plovila ili plovila bez vlastitog pogona;
- Strujna, koja imaju presjek simetričnog strujnog profila koji znatno smanjuje otpor, ali se zbog šuplje strukture javljaju problemi održavanja nepropusnosti.

Prema načinu na koji su pričvršćenna za trup kormila dijelimo ih na:

- *Oslonjena ili obična kormila pričvršćena preko jednog ili više ležajeva na statvu kormila, a preko struka kormila za trup broda*;
- *Ovješena ili viseća* kormila, pričvršćena za trup samo preko struka kormila i
- Poluovješena kormila, koja se oslanjaju dodatno na statvu ili rog kormila, a izdanak je povezan za krmu.



Slika 29 ▸ Podjela kormila prema načinu na koji su pričvršćena za trup


M
G
H
U
D
F
Fφ
φ
Mst
VLφ
VL
5.

5.

STABILITET I KRCANJE TERETA

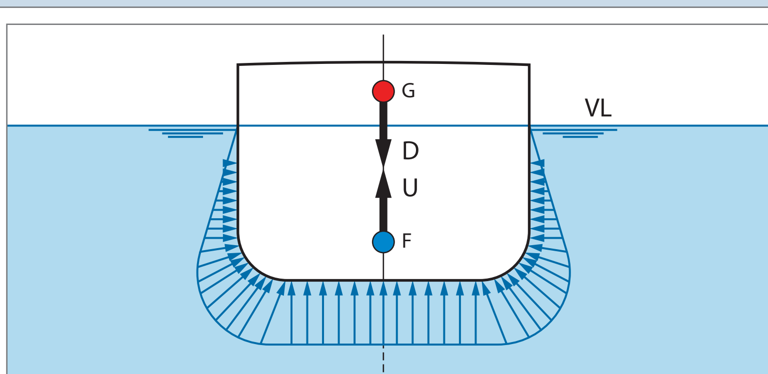
5.1 ▸ OSNOVE STABILITETA

Stabilitet broda je sposobnost broda da se prilikom prestanka djelovanja vanjskih sila, koje su izazvale naginjanje broda, ponovno vrati u prvobitni, ravnotežni položaj. Stabilitet broda može se shvatiti kao suprotstavljanje broda naginjanju. Vanjske sile koje mogu izazvati naginjanje broda su: vjetar, valovi, neravnomjerno raspoređeni teret, centrifugalna sila pri zaokretu, prodor vode u trup, poprečni položaj vučnika kod tegljača, podizanje teških tereta bočno itd. Važnost izračunavanja stabiliteta broda vidi se po tome što brod koji nema stabilitet ne može ploviti (prevrnuo bi se), a brod s malim stabilitetom predstavlja opasnost za osobe i teret koji prevozi. Gubitak stabiliteta je jedan od najčešćih razloga gubitka brodova. Većina najtežih nesreća nastala je prevrtanjem plovila uslijed raznih razloga.

Stabilitet broda ovisi o dva faktora:

- *stabilitet forme* – forma podvodnog dijela njegovog trupa;
- *stabilitet težina* – razmještaj težina.

Prilikom proračuna stabiliteta broda, osnovne veličine koje su potrebne za razmatranje ovog problema su udaljenost između težišta sustava G (engl. center of gravity), u kojem djeluje sila teže (D) i težišta zapremine istisnine F, u kojem djeluje sila uzgona (U). Položaj težišta brodskog sustava (G) definirana je udaljenošću od krmene okomice i visinom iznad unutrašnjeg lica kobilice broda. Po Arhimedovom zakonu na svako tijelo uronjeno u tekućinu djeluje sila uzgona (U) koja je jednaka težini istisnute tekućine.



Slika 30 ▸ Osnovne veličine potrebne za proračun stabiliteta

Stabilitet broda može se podjeliti u dvije osnovne grupe:

- ovisno o djelovanju momenata na: statički (ovisno o formi broda i rasporeda težina djelimo ga na stabilitet oblika (forme) i stabilitet težina)) i dinamički stabilitet;
- po smjeru naginjanja broda razlikujemo: poprečni (kada dolazi do naginjanja broda oko uzdužne osi) i uzdužni stabilitet (kada se brod naginje oko poprečne osi).

5.2 ▸ STATIČKI STABILITET

Statički stabilitet je stabilitet kod kojega vanjski momenti djeluju statički, tj. ne mijenjaju veličinu s vremenom ili se mijenjaju polagano i postupno te možemo zanemariti nastala ubrzanja i sile inercije, koje uslijed tih ubrzanja nastaju. Statički stabilitet možemo definirati i kao otpor broda djelovanju momenata koji pomiču brod iz ravnotežnog položaja.

Trup broda uslijed djelovanja vanjskih sila se nagiba i izranja na jednom boku, a uranja na suprotnom. Dio istisnine se premješta s izronjenog dijela na uronjeni dio. Istisnina se pri nagibanju ne mijenja, jer nije došlo do promjene težina. Moment nastao premještanjem dijela uzgona stvara stabilizirajući moment. Kada se uspostavi statička ravnoteža, tj. kada se statički moment naginjanja vanjske sile (Mv) izjednači sa statičkim momentom sile uzgona (momentom stabiliteta, Mst), brod će se prestati naginjati, ali ostaje u nagnutom položaju. Po prestanku djelovanja vanjskih sila, nestaje i moment naginjanja, pa moment stabiliteta vraća brod u prvobitni (ravnotežni) položaj.

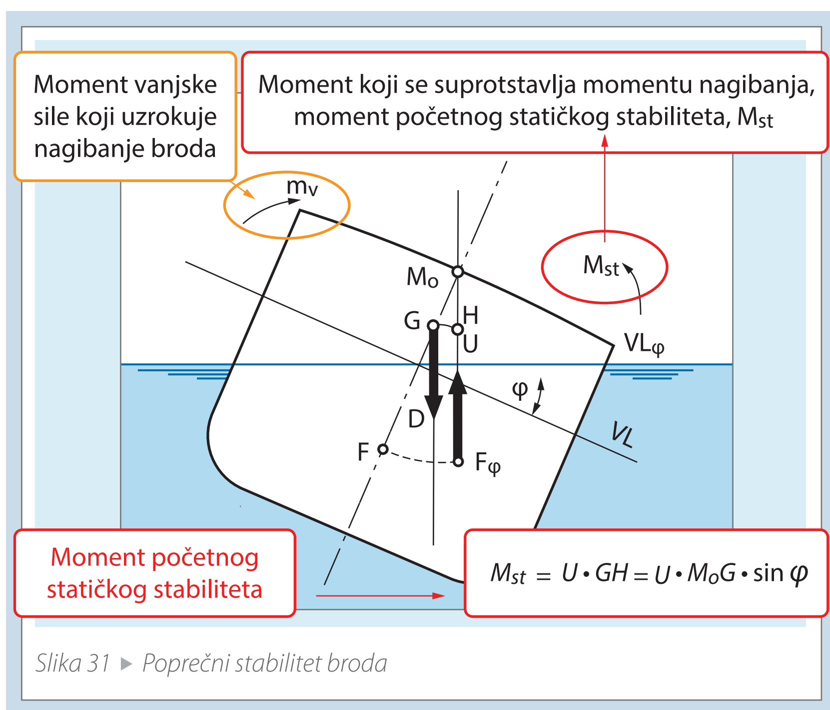
Tijekom plovidbe, zbog utjecaja valova javljaju se i inercijske sile koje su u statičkom slučaju zanemarene (pretpostavlja se da statičko nagibanje traje vrlo dugo). Brod mora biti u stanju preuzeti energiju koju valovi prenose na njega, tj. mora imati dinamički stabilitet.

5.2.1 ▸ POPREČNI STABILITET

Razlikuju se početni stabilitet i stabilitet pri većim nagibima. Početni stabilitet brod ima kada se nalazi u uspravnom stanju ili malo nagnut.

Vrijednost početnog stabiliteta u uspravnom stanju je udaljenost metacentra od težišta sustava, a kada je brod malo nagnut vrijednost početnog momenta statičke stabilnosti je **Mst0.** Kod početnog stabiliteta kut nagiba (φ) je mali i kreće se u opsegu od 6° do 8°.

Pri ovim nagibima, uronjeni i izronjeni klin imaju istu zapreminu i oblik. U većini slučajeva dovoljno je ispitati samo početni stabilitet.



Slika 31 ▸ Poprečni stabilitet broda

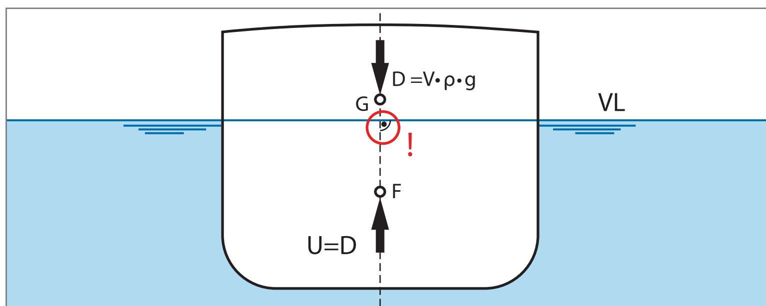
Točka Mo, u kojoj smjer sile uzgona siječe simetralu broda, zove se početni metacentar. Udaljenost MoG zove se početna metacentarska visina. Početna metacentarska visina MoG je mjerilo za veličinu početnog stabiliteta te o njoj ovisi ljuljanje plovila.

Opći uvjeti stabiliteta broda su:

1. Težina broda (D) jednaka je sili uzgona vode (U), odnosno:

$D = U; U = V \cdot \rho \cdot g$	Gdje je: V – volumen uronjenog dijela trupa (m^3) ρ – gustoća vode (kg/m^3) g – težno ubrzanje

2. Sile uzgona i težine moraju ležati na istom pravcu koji je okomit na trenutnu vodnu liniju. U protivnom slučaju javit će se spreg sila koji naginje brod i koji u najnepovoljnijem slučaju može prevrnuti brod.



Slika 32 ▸ Odnos sile uzgona i mase (težine) istisnute tekućine

3. Metacentar (Mo) se mora uvijek nalaziti iznad težišta sustava (G).

Brod je u **stabilnom položaju**, ako je Mst (moment statičkog stabiliteta) pozitivan. To će biti samo u slučaju ako je: MoF>FG, odnosno težište sustava G mora biti ispod početnog metacentra Mo, što je i opći uvjet za ravnotežu nekog plovila. Tada postoji moment stabiliteta koji nastoji vratiti brod u prvotni uspravni (ravnotežni) položaj.

Brod je u **indiferentnom položaju,** ako se metacentar (Mo) i težište sustava broda (G) poklope – MoF = FG. Ovdje ne postoji moment stabiliteta tako da brod ostaje nagnut sve dok ga neka sila ne postavi u neki drugi položaj.

Brod je u **labilnom položaju,** ako je metacentar (Mo) ispod težišta sustava broda (G), tj. MoF<FG. Tada se javlja negativni moment stabiliteta (–Mst), koji će težiti da poveća kut nagiba i tako prouzroči prevrtanje broda.

Od najveće važnosti za promatranje stabiliteta broda je upravo položaj težišta sustava (G). Kod većine brodova, težište sustava (G) leži iznad težišta istisnine (F). Ovakav položaj uvjetovan je smještajem težina u brodu, kao i samim stabilitetnim osobinama broda. Međutim, kod brodova čiji je stabilitet ugrožen, npr. kod jedrilica, težište sustava (G) mora ležati ispod težišta istisnine (F), što se postiže određenim raspoređivanjem težina (dodavanjem balasta).

Iz svega navedenog, možemo zaključiti da je plovilo stabilnije što je težište sustava G niže, a početni metacentar Mo viši, odnosno početna metacentarska visina MoG veća.

Međutim, u praksi plovilo treba ispunjavati dva „suprotna“ uvjeta:

- početna metacentarska visina (MoG) mora biti dovoljno velika kako bi brod bio sposoban oduprjeti se vanjskim momentima;
- početna metacentarska visina (MoG) mora biti umjerena kako bi plovidba bila što ugodnija. U suprotnom, ovakvi brodovi zbog velike inercije mase prebacuju preko svog početnog položaja i tako još jače ljuljaju nego npr. znatno manje stabilni brodovi.

5.2.2 ▸ UZDUŽNI STABILITET

Uzdužni stabilitet je onaj stabilitet koji vraća brod u uspravan položaj, ako se nagne oko poprečne osi. Razlika između poprečnog i uzdužnog stabiliteta očituje se u tome što brod nije simetričan s obzirom na glavno rebro (poprečna os), kao što je u odnosu na simetralu, te je u uzdužnom smislu vrlo stabilan, jer ima veliku uzdužnu metacentarsku visinu MLG.

Sve što vrijedi za poprečni stabilitet vrijedi i za uzdužni stabilitet, ali postoje dvije bitne razlike:

- Plovilo je simetrično s obzirom na uzdužnu simetralnu ravninu broda, dok je s obzirom na glavno rebro vrlo rijetko simetrično;
- Momenti stabiliteta u slučaju nagibanja pramcem ili krmom neće biti jednaki.

Nagibanja broda u uzdužnom smjeru su manja, a uzdužna metacentarska visina puno veća nego u poprečnom pa se može zaključiti da je uzdužni stabilitet mnogo veći od poprečnog.

5.2.3 ▸ STABILITET FORME I TEŽINE

Stabilnost plovila ovisi o formi trupa te o rasporedu mase plovila i tereta. Raspored tereta na plovilu mora biti usklađen s mogućnošću forme plovila da generira stabilizirajući moment koji će brod nakon nagibanja vanjskim silama vratiti u uspravno stanje.

Forma plovila utječe na stabilitet na više načina. Najveću ulogu kod malih nagiba ima širina plovila na vodnoj liniji, a također i punoća vodne linije. Povećanjem širine, za isti kut nagibanja povećava se moment stabiliteta i to povećanjem volumena uronjenog klina.

Kod većih kuteva nagiba klinovi više nisu pravilni, jer uranja paluba ili izranja uzvoj, pa se javlja veći utjecaj nadvođa. Volumen forme plovila iznad plovne vodne linije (rezervna istisnina) uranja kod velikih nagiba. Velika rezervna istisnina daje veliki obim stabiliteta, tj. brod zadržava stabilitet i kod velikog nagiba.

Za promjenu stabiliteta oblika (forme) mjerodavna je jedino širina broda.

Moment stabiliteta težine negativno utječe na stabilitet broda. Iz tog razloga, neophodno je da se težište sustava (G) spusti što niže i tako smanji moment stabiliteta težine, odnosno poveća ukupni moment stabiliteta. Ovo se praktično postiže utovarom tereta na dno tovarnog prostora, zabranom utovara na palubu, a ako ni to nije dovoljno, onda se po dnu brodskog trupa stavlja tzv. „balast" i na taj način umjetno snižava težište.

5.3 ▸ DINAMIČKI STABILITET

U trenutku kada se veličina sila ili momenata koji djeluju na brod naglo mijenja, dolazi do ubrzanja masa, pa govorimo o dinamičkom djelovanju sila i o dinamičkom stabilitetu broda. Kod dinamičkog stabiliteta vanjske sile djeluju na mahove, u naletima (impulsima). U tom slučaju, brod će se nagnuti za neki kut φ_1, ali pri prestanku djelovanja dinamičke sile, brod se ne vraća u ravnotežni položaj, već se pod djelovanjem inercije i dalje naginje do određenog kuta φ_2. To znači da će se brod i dalje, poslije uspostavljanja statičke ravnoteže, naginjati sve dok se ne izjednače mehanički utjecaji vanjske sile i sile uzgona, tj. dok se ne uspostavi dinamička ravnoteža. Stabilnost je svojstvo broda da se protivi silama koje ga nastoje nagnuti i svojstvo da se

ponovno automatski vraća u ravan položaj kada prestanu djelovati te sile. Brod koji nema takvo svojstvo ne može uopće ploviti, a brod koji ga nema u dovoljnoj mjeri nije siguran u plovidbi.

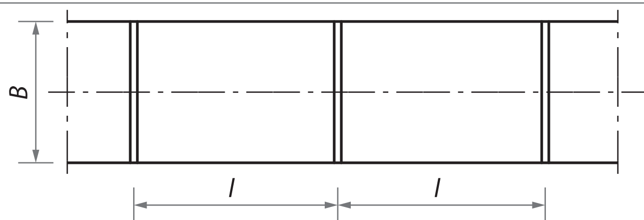
5.4 ▸ SLOBODNE POVRŠINE I NJIHOV UTJECAJ NA STABILITET

U slučaju kada brod prevozi tekući ili rasuti teret, skladišta mogu biti do vrha ispunjena teretom, ili može ostati određena praznina uslijed koje će se stvoriti tzv. slobodne površine.

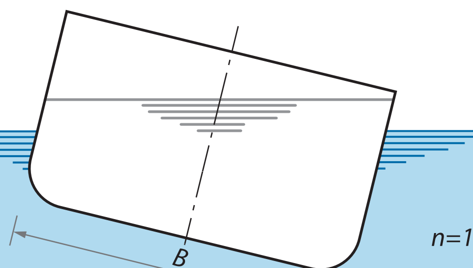
Kada je tank pun presiran (voda izašla na odušnike), ponaša se kao kruto tijelo i kao takvo se tretira pri izračunu kod kontrole stabiliteta. Međutim, kada tankovi nisu puni tekućina, slijedi nagibanje plovila. Tada teret mijenja svoj oblik, a time i težište. Uslijed toga, doći će do skraćenja metacentarske visine, odnosno do pogoršanja stabiliteta pa čak i do njegovog gubitka. Treba istaknuti da skraćenje metacentarske visine, tj. pogoršanje stabiliteta, ne ovisi o količini tereta, već samo o momentu tromosti slobodne površine i specifične težine tereta. Zbog toga i najmanja količina tereta na dnu broda ima isti negativni utjecaj kao i teret koji je tovarni prostor ispunio skoro do vrha. Moment tromosti slobodne površine tekućina označava se *i*. Njihov moment tromosti se računa analogno ovisno o obliku, kao i moment tromosti vodne linije.

$\mathbf{i = l \cdot B^3/12}$	Gdje je: i – moment tromosti slobodne površine, l – rastojanje od jedne do druge poprečne pregrade, B – širina broda

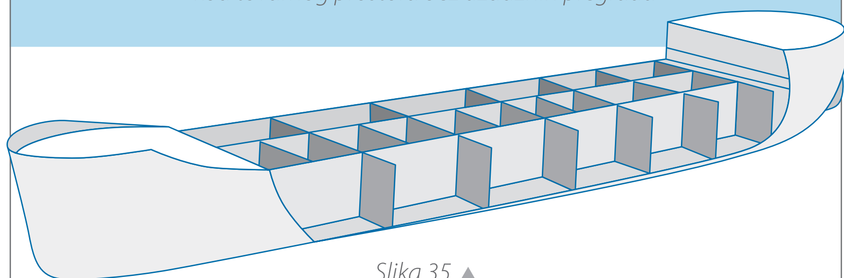
Slobodnim površinama smatraju se sve nepokrivene tekućine, tankovi goriva, maziva (oni nikada niti ne smiju biti puni do vrha), sanitarne vode te voda koja pri prodoru vode ili gašenju požara uđe u brod. Slobodnim površinama se smatraju i žitarice i neki drugi rasuti tereti. Sve slobodne površine osjetno smanjuju početnu stabilnost broda, a naročito opasan slučaj je kod plovila koja imaju od boka do boka uzduž cijelog plovila štive, pa ako voda prodre u takva skladišta postoji realna mogućnost prevrtanja. Isto je kod trajekta,



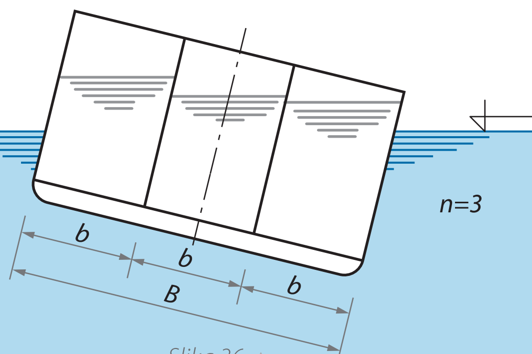
Slika 33 ▲
Izgled poprečnih pregrada u horizontalnoj projekciji



Slika 34 ▲
Shematski prikaz položaja tereta i slobodne površine kod tovarnog prostora bez uzdužnih pregrada



Slika 35 ▲
Raspored uzdužnih i poprečnih pregrada kod tankera



Slika 36 ▲
Shematski prikaz položaja tereta i slobodnih površina kod broda sa uzdužnim pregradama

gdje voda naplavi garažu jer prednja vrata nisu dobro zabrtvljena i dolazi do prevrtanja (ne tako rijedak primjer). Zato kod takvih plovila u gradnji treba primjeniti sve mjere opreza kako do toga ne bi došlo. Ovaj problem se riješava postavljanjem uzdužnih pregrada u svim prostorijama gde se mogu pojaviti slobodne površine.

U svakom slučaju slobodne površine smanjuju metacentarsku visinu i to se mora uzeti u obzir kod računanja stabiliteta.

5.5 ▸ KRCANJE TERETA

Krcanje tereta je posebno osjetljiva tema, za koju je neophodno dobro razumijevanje prethodno obrađenog stabiliteta. Isto tako, odgovorni za krcanje tereta moraju pažljivo planirati i provoditi proces krcanja vodeći računa i uzimajući u obzir specifičnosti tereta kao i samog plovila. U daljem tekstu ćemo se pozabaviti pojedinim pojmovima vezanim za krcanje broda.

5.5.1 ▸ RASPORED TERETA NA BRODU

Raspored tereta s obzirom na poprečni stabilitet broda: Kako poprečni stabilitet izravno ovisi o veličini metacentarske visine, što je metacentarska visina veća to je veći i stabilitet. To znači da položaj težišta sustava izravno utječe na stabilitet plovila i što je težište niže metacentarska će visina biti veća, a time i stabilitet.

Iz ovoga se može zaključiti da teži tereti moraju biti smješteni niže, no valja uzeti u obzir da i prevelika metacentarska visina tj. stabilnost znači povećano ljuljanje što nije dobro za teret, plovilo i posadu. Umjerena metacentarska visina, koja je i optimalna, postiže se opterećenjem međupalublja. Za krcanje na gornju palubu, prethodno je neophodno osigurati poprečnu stabilnost (punjenje tankova dvodna vodom ili krcanje donjih paluba).

Raspored tereta s obzirom na uzdužni stabilitet broda: Naginjanja po dužini nisu tako velika pa su zato vanjski i unutarnji momenti nastali pri takvom naginjanju mali i čine pramčanu ili krmenu pretegu (trim) broda. Pramčani trim znači veći otpor i smanjen utjecaj vijka u plovidbi, a umjeren krmeni trim pojačava djelovanje vijka i treba ga planirati prilikom krcanja.

Raspored tereta s obzirom na čvrstoću brodskog trupa: Čvrstoća brodskog trupa znači njegovu otpornost na deformacije uslijed djelovanja vanjskih sila. Razlikujemo poprečnu, uzdužnu i lokalnu čvrstoću, koje se

osiguravaju čvrstinom kobilice, rebara, pregrada, temelja pogonskog stroja kao i materijalima korištenim tijekom gradnje, ovisno o namjeni plovila.

Za uzdužni raspored tereta i mogućnost krcanja (uglavnom iskustva iz pomorske plovidbe) koristimo jednostavan obrazac

$$Qs = Cs \cdot \frac{Qk}{C} \ (t)$$	Gdje je: Qs – masa tereta u brodskom skladištu Cs – kapacitet jednog skladišta Qk – korisna nosivost; ukupna masa komercijalnog tereta C – ukupni kapacitet svih brodskih skladišta

Ukupni kapacitet i kapacitet pojedinačnog skladišta dobivaju se iz kapacitivnog plana o kojem će biti riječi nešto kasnije.

Raspored tereta s obzirom na poprečni stabilitet: Za poprečni raspored od važnosti je ravnomjerno krcanje na obje strane broda kako prilikom plovidbe, odnosno ljuljanja i valjanja broda, ne bi došlo do pomicanja tereta i narušavanja stabiliteta i oštećenja armature skladišta.

Raspored tereta s obzirom na brzinu krcanja/iskrcavanja: U načelu to se odnosi na krcanje/iskrcaj na više mjesta na brodu vodeći pri tom računa o stabilitetu. U slučaju krcanja/iskrcaja tereta u više luka, njihovoj se pripremi pristupa planski i uzima se u obzir dostupnost tereta za svaku narednu luku.

5.5.2 ▸ TEŠKE I LAKE VRSTE TERETA

Slaganje tereta: Za pravilno slaganje tereta veoma je važan ***faktor slaganja*** (Stowage Factor). To je broj koji pokazuje koliko prostora (kapaciteta) zauzima masa dobro složenog tereta pakiranog za prijevoz. Faktor slaganja se izražava u kubičnim metrima, a pri njegovom određivanju treba uzeti u obzir specifičnost tereta kao i ambalažu odnosno zaštitni materijal potreban za slaganje na brodu.

Izgubljeni prostor: Kako se teret ne može idealno složiti za sve vrste tereta (u većoj ili manjoj mjeri) postoji izgubljeni prostor (broken stowage). Smatra se da izgubljeni prostor za teret u vrećama iznosi 7–10%, žitarice do 2% dok za generalni teret iznosi 10–15%. Izgubljeni prostor nastaje i zbog nepravilnog oblika pramčanog i krmenog skladišta, a treba imati u vidu da kroz neka od skladišta prolaze instalacije, osovine vijka, cjevovodi i slično.

Vozarska tona i kotiranje vozarine: Kada se kapacitet broda podijeli sa korisnom nosivošću za koju se plaća vozarina, dobije se *prostor po toni nosivosti*. Ako bi se brod natovario teretom čija jedna tona zauzima tako proračunati prostor, sva bi skladišta bila ispunjena, a brod uronio do linije najvećeg dozvoljenog gaza. Za takav se brod kaže da je nakrcan *„full and down"*.

Vozarinska tona (measurment ton) se i dalje koristi u pomorskom prometu kada se naplaćuje po prostoru (40 kubičnih stopa po jednoj toni ili 1,133 m^3). Zbog ovoga je i nastala podjela na lake i teške terete.

Teške vrste tereta zauzimaju manje od 1,133 m^3 po toni i tu spadaju: razne rude, čelični profili i limovi, bakrene šipke, cement i slično. Kada se brod nakrca takvim teretom, uronit će do linije najvećeg gaza, a skladišta neće biti puna.

Lake vrste tereta zauzimaju više od 1,133 m^3 prostora po jednoj toni i to su većinom generalni tereti. U ovom slučaju nosivost broda neće biti potpuno iskorištena iako su skladišta puna.

U novije su se vrijeme stvari promjenile, jer suvremeni brodovi imaju više kapaciteta za teret tako da se kapacitet i nosivost mogu potpuno iskoristiti i teretom čija jedna tona zauzima 1,4 do 1,7 m^3 prostora. U ovim se slučajevima vozarina plaća po toni mase, a radi se o teškim teretima. Imajući u vidu da se vozarina za lake terete naplaćuje po vozarinskoj toni, terete je potrebno što bolje slagati.

Brodar prema vlastitom izboru odlučuje da li će vozarinu naplaćivati prema vozarinskoj stopi ili toni mase, a taj se izbor naziva *„kotiranje vozarine"*. Uobičajeno je da brodari imaju vlastite tarife u kojima je naznačena vrsta vozarine. Za pojedine vrste tereta vozarina se naplaćuje i u m^3 kao i po komadu (*koletu*) za specifične terete.

5.5.3 ▸ UZDUŽNI RASPORED TERETA

Faktor kapaciteta: Broj koji se dobiva kada se kapacitet svakog pojedinog skladišta podijeli ukupnim kapacitetom svih brodskih skladišta

$$fc = \frac{Cs}{C}$$	Gdje je: Cs – kapacitet jednog skladišta C – ukupni kapacitet svih skladišta

Ako se korisna nosivost broda, tj. ukupna masa komercijalnog tereta za koji se plaća vozarina, pomnoži faktorom kapaciteta skladišta dobiva se masa tereta po jednom skladištu

q = Qk · fc (t)	Gdje je: Qk – korisna nosivost broda fc – faktor kapaciteta skladišta q – masa tereta po jednom skladištu

Kada se svi faktori zbroje mora se dobiti jedinica (1), a kada se zbroje sve mase (q), dobiva se korisna nosivost broda (Qk). Ovim se provjerava valjanost proračuna.

5.5.4 ▸ PRIPREMA BRODA ZA KRCANJE TERETA

Pripremi broda za krcanje tereta mora se pristupiti krajnje ozbiljno i ona ovisi u mnogoćemu o vrsti skladišta kao i vrsti tereta koji se planira ukrcati. Imajući u vidu navedeno, razlikujemo brodska skladišta i međupalublje. Brodovi posebno građeni za prijevoz rasutih tereta i ruda nemaju međupalublje jer bi ono ometalo rad grabilica (dizalica) kojima se takvi tereti pretovaraju. Skladišta zauzimaju prostor od dvodna do jedne od paluba, a po širini sve do bokova broda. Brodovi uglavnom imaju više skladišta, a obilježavaju se od pramca prema krmi. Kroz skladišta prolaze razni cjevovodi i instalacije, a otvori skladišta se nazivaju *teretna grotla* kroz koja se teret krca i iskrcava.

Skladišta se prije krcanja odnosno iskrcaja tereta moraju počistiti i posušiti, ovisno o namjeni na za to predviđene načine, vodeći računa o sprječavanju zagađenja okolnih voda. Određene vrste tereta zahtjevaju i provjetravanje prije i poslije ukrcaja odnosno iskrcaja. U slučaju da se teret slaže na palube isto se odnosi i na njih s tim da se posebno pazi na odvodne kanale i rešetke, te da sam teret ne zapriječi pristup protupožarnim uređajima, oknima i vratima.

Priprema broda za krcanje tereta u nadležnosti je zapovjednika broda, a u nekim prilikama nadležni inspekcijski službenici, po potrebi, mogu izvršiti pregled skladišta. Priprema i zaštita tereta je vrlo bitna i u tu svrhu se koriste razne obloge koje su uglavnom od drveta (daske, letve i slično), a svrha im je zaštititi instalacije i cjevovode od oštećenja. Obloge, isto tako odvajaju teret jedan od drugog i sprječavaju pomicanje tereta uslijed gibanja broda.

Sam tijek krcanja tereta vodi član posade nadležan i zadužen za teret i on mora biti u stalnoj komunikaciji sa svim osobama uključenim u ovaj proces bilo da se nalaze na brodu, obali ili poslužuju uređaje za pretovar. Također, on je odgovoran da teret ostane sačuvan od trenutka preuzimanja i daljnje manipulacije do trenutka predaje.

Svaki član posade ima točno određene zadatke, kako u fazi pripreme za krcanje, tako i tijekom samog krcanja.

Čuvanje tereta tijekom prijevoza je vrlo važno te se kod same pripreme moraju predvidjeti i poduzeti sve potrebne mjere kako bi teret zadržao svoj oblik, kvalitetu i uporabnu vrijednost. Za tu svrhu uglavnom se vrši tzv. *pakiranje* za koje se koriste razne vrste omota i ambalaže.

5.5.5 ▸ NADZOR NAD TERETOM U PLOVIDBI

Za vrijeme plovidbe neophodno je neprekidno nadzirati teret kako ne bi došlo do njegova oštećenja, kvara osjetljivih proizvoda i slično. Posebno na to utječe dužina plovidbe i klimatske te mikroklimatske prilike koje vladaju tijekom plovidbe.

Osnovne mjere koje se poduzimaju u tu svrhu možemo svrstati u nekoliko kategorija i to:

1. prirodno i umjetno provjetravanje skladišta;
2. zaštita tereta od vlage;
3. zaštita tereta od topline;
4. zaštita tereta od trenja;
5. zaštita tereta od tlačenja drugog tereta;
6. zaštita tereta od glodavaca i insekata;
7. zaštita od krađe tereta.

5.5.6 ▸ KRCANJE, SLAGANJE I PRIJEVOZ RAZNIH VRSTA TERETA

Generalni (opći) teret podrazumijeva najraznovrsniju robu kao što su: vreće, bačve, bale, sanduci, kutije, svežnjevi, automobili i druga vozila, poljoprivredni i pogonski strojevi te njihovi dijelovi, strojevi i uređaji za domaćinstvo itd. Također, opći teret podrazumijeva i razne vrste odljevaka, profila cijevi, dasaka i drugi građevinski materijal. Krcanje, odnosno iskrcaj ovakvog tereta, nešto je

složenije u odnosu na rasuti ili tekući teret, a za manipulaciju njime koriste se brodske dizalice, na obali viljuškari, karete ili druga lučka vozila.

Rasuti teret podrazumijeva robe koje nisu pakirane, već se krcaju u rasutom stanju kao na primjer: ugljen, koks, ruda, žitarice, sol, šećer, pijesak, šljunak, kamen itd. Kad je rasuti teret upakiran, on se smatra općim (generalnim) teretom (sol, žitarice, cement i sl.). Ova se vrsta tereta uglavnom prevozi u velikim količinama, a manipulacija njime je modernizirana pa je vrijeme boravka u lukama skraćeno u odnosu na neka prethodna vremena.

Pojedine važnije vrste rasutog tereta zahtijevaju posebnu pažnju i postupke. U te vrste spadaju: žitarice, ruda ugljen, drvo, šećer, riža, kava itd. Za ove se terete poduzimaju posebne protupožarne mjere te zaštita od vlage, odnosno visoke temperature. Neki od navedenih tereta podložni su samozapaljenju, zbog čega se poduzimaju posebne mjere njihova nadziranja.

Isto tako, teret pakiran u bale/role/vreće, bačve, sanduke zahtijeva poseban tretman i odlaganje ovisno o materijalu od kojeg je napravljen te se zbog ekonomičnosti i iskoristivosti prostora pomno planira njegov smještaj i čuvanje u skladišnim prostorima.

Tekući teret se uglavnom prevozi u tankovima posebno građenim za određenu vrstu tekućeg tereta (tankeri, cisterne), a najčešće se radi o: nafti i naftnim derivatima, različitim vrstama ulja, vodi, alkoholu, vinu, ukapljenim plinovima, bazama voćnih sokova i slično. Pojedini navedeni tereti se prevoze i u posebnim metalnim bačvama. Za prijevoz propana, butana, vode, vina i baza voćnih sokova koriste se posebni brodovi i poduzimaju se specifične mjere nadzora nad ovom vrstom tereta.

Opasni tereti su posebno tretirani i zbog svoje specifičnosti njihov prijevoz uređen je Europskim sporazumom o međunarodnom prijevozu opasnih tvari na unutarnjim vodnim putovima (ADN) koji je klasificirao opasan teret. Klase opasnih tereta prema ADN-u su:

1. eksplozivne tvari i predmeti;
2. plinovi;
3. zapaljive tekućine;

4.1 zapaljive krute tvari, samoreagirajuće tvari i kruti desenzibilizirajući eksplozivi;

4.2 samozapaljive tvari;

4.3 tvari koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove;

5.1 oksidirajuće tvari;

5.2 organski peroksidi;

6.1 otrovne tvari;

6.2 zarazne tvari;

7. radioaktivne tvari;

8. korozivne tvari i

9. ostale opasne tvari i predmeti.

Zbog važnosti i specifičnosti prijevoza navedenih materija poduzimaju se posebne mjere sigurnosti koje ovise o konkretnoj vrsti opasne tvari koja se prevozi. Mjere i postupci prilikom prijevoza opasnih tvari uređeni su međunarodnim (ADN) i nacionalnim propisima.

Rashlađeni teret se prevozi u smrznutom stanju ili ohlađen do određene temperature kako bi ostao svjež pa razlikujemo:

1. duboko smrznut (temperatura do -40° C);
2. smrznut (temperatura do -8° C);
3. svjež (temperatura od -2° C do +12° C).

Duboko smrznut i smrznut teret čine razne vrste mesa i ribe, a svjež teret predstavljaju: voće, povrće, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi, mast i drugo. Rashladni uređaji na suvremenim brodovima koncipirani su tako da skladišta hlade ohlađenim zrakom, a postoji direktni i indirektni sustav hlađenja. Razlika između ova dva sustava je u načinu kako se freon (ili neki drugi ekološki prihvatljiviji inertni plin) koristi za razmjenu temparature na isparivačima i usmjeravanju rashlađenog zraka u skladišne prostore (hladnjače).

Danas postoje i posebni brodovi tzv. hladnjače kod kojih je cjelokupan sustav hlađenja smješten na jednome mjestu, a upravljanje sustavom je automatizirano i daljinski nadzirano.

5.5.7 ▸ NAJČEŠĆI SUSTAVI PAKIRANJA U SUVREMENOM VODNOM TRANSPORTU

Najčešći sustavi pakiranja u suvremenom vodnom transportu su paletni sustav i kontejnerski sustav koji su zbog svoje jednostavnosti rukovanja i ekonomičnosti zauzeli važno mjesto u ukupnom brodskom transportu.

Palete obično imaju dimenzije 80 x 120 cm, a teret se slaže do visine 150 cm. Imaju žlijebove i kuke te ih se može hvatati viličarem odnosno podići samaricama ili dizalicom. Manipulacija teretom je sigurna i brza, smanjen je rizik od oštećenja i gubitka robe, a jedini nedostatak čini to što je zbog samih paleta korisni prostor u skladištima smanjen za 10–15%.

Kontejneri su se pojavili krajem pedesetih godina te danas predstavljaju najsuvremeniji način pakiranja tereta, a manipulacija se ubrzava i pojednostavljuje. Sastavljanje cargo planova je programirano i doprinosi smanjenju troškova transporta što doprinosi jačanju konkurentnosti vodnog u odnosu na druge vidove transporta. Razvijeno je mnogo vrsta kontejnera u smislu izvedbe, izolacije, hlađenja, čvrstine i slično pa se gotovo sve vrste općih tereta (izuzev specijalnih i gabaritnih) mogu u njih pakirati. Posebno je robotiziran i automatiziran sustav vertikalnog upravljanja kontejnerima, kako na brodu tako i na terminalima. Skraćeno je na najmanju moguću mjeru vrijeme lučkih operacija i daljeg upravljanja teretom. Danas su najzastupljeniji 20-stopni i 40-stopni kontejneri.



Slika 37 ▲
20-stopni (6,1 m) ISO container odgovara 1 TEU



Slika 38 ▲
40-stopni kontejneri na 20-stopnim kontejnerima

Posljednjih 20 godina povećana je gradnja velikih brodova za prijevoz kontejnera tzv. „matica“ koje prevoze i do 13.000 TEU jedinica i koje prevoze kontejnere u velike logističke centre odakle se manjim brodovima (do 3.000 TEU jedinica) dalje razvoze prema manjim lukama. Iako dominantno zastupljeni na moru, kontejneri sve više nalaze svoje mjesto i u unutarnjoj plovidbi.

RO–RO brodovi, (Roll on/roll off brodovi ili skraćeno RoRo brodovi) su dizajnirani za prijevoz kotrljajućeg tereta kao što su automobili, prikolice, i sl. (brodovi sa horizontalnim sustavom pretovara). Namijenjeni su za prijevoz teretnih vozila, odnosno kontejnera na vlastitim prikolicama sa ili bez vučnih vozila. Ovaj vid transporta zastupljen je trenutno u većoj mjeri na moru, ali njegova primjena polako nalazi svoje mjesto i na unutarnjim vodnim putovima. RoRo plovila imaju ugrađene unutarnje rampe koje teretu dopuštaju kotrljati se van iz broda kad je u luci.

Transport tereta „potisnicama pomorskih brodova“

U pomorsko-riječnom prijevozu razvijena je posebna tehnologija transporta tereta „potisnicama pomorskih brodova“ (engl. „shipborne barge“ – potisnica koja je izgrađena tako da se može prevoziti pomorskim brodom i da može ploviti unutarnjim vodama[1]), koje se unutarnjim plovnim putovima dovoze do specijalnih brodova za prijevoz potisnica. Potisnice koje se zajedno s teretom prevoze specijalnim brodovima u biti su plutajući kontejneri nosivosti 300 do 850 tona, najčešće pravokutnog oblika i u većini slučajeva građene od čelika. Dimenzije potisnica nisu standardizirane, tako da mogu biti različitih veličina, ovisno o veličini broda, tehnologiji prijevoza i načinu prekrcaja.

Brodovi ove vrste namijenjeni su prijevozu potisnica između zemalja koje osim morskih puteva imaju i unutarnje plovne putove. Grade se dva osnovna tipa broda prema načinu prekrcaja teglenica: s vertikalnim načinom prekrcaja – sustav LASH i s horizontalnim načinom prekrcaja – sustav SEA BEE. U prvom slučaju teglenice se prekrcavaju velikom mosnom dizalicom, a u drugom slučaju velikom hidrauličkom dizalicom koja istodobno može podići dvije teglenice. U primjeni su i dva podtipa broda za prijevoz potisnica: BACAT i CAPRICORN.

1 Definicija prema Pravilima plovidbe na slivu rijeke Save i Europskim pravilima plovidbe – CEVNI. U pomorstvu se upotrebljavaju i izrazi barže, maone.


6.

6.

NAVIGACIJA, MANEVAR I VOĐENJE PLOVILA

6.1 ▸ POJAM I PODJELA

Navigacija je znanost koja se bavi proračunavanjem i izračunavanjem pozicije i kretanja u prostoru i vremenu te vođenje broda od jedne do druge točke. To nije samo znanstveno znanje, već i iskustvo i rasuđivanje.

Razlikujemo tri vrste navigacije:

- Navigacija na rijekama i kanalima;
- Navigacija u priobalnom moru;
- Navigacija na otvorenom moru.

Za potrebe ovog priručnika razmatrat ćemo isključivo navigaciju na rijekama i kanalima.

Riječnu navigaciju mogli bismo definirati i kao vještinu vođenja broda najkraćim i najsigurnijim putom uz primjenu teorijskih i praktičnih znanja kao što su: upravljanje brodom, umijeće korištenja raznih navigacijskih pomagala za snalaženje na rijeci i kanalima, poznavanje pravila plovidbe, plovnih i obalnih znakova, poznavanje karakteristika rijeke, vodene struje, limana, prirodnih i umjetnih prepreka na plovnom putu, načini isplovljenja, pristajanja, vezivanja i sidrenja, postupaka u izvanrednim okolnostima i slično.

Navigacija na rijekama, kanalima ili nekom drugom zatvorenom plovnom putu smatra se najjednostavnijim oblikom navigacije, ali ujedno i jednim od najopasnijih vidova upravljanja brodom.

Razlog jednostavnosti su striktno obilježeni i definirani plovni putovi, manja potreba za uporabom elektroničke opreme za navigaciju i skoro nikakva potreba za optičkim pomagalima za navigaciju. Uzima se u obzir i bolja informiranost o stanju vodnih putova (prohodnost, na primjer) i manja ovisnost o vremenskim prilikama.

Primjereno navedenom, opasnost se ogleda u lošem poznavanju riječnog toka, neinformiranosti u vezi signalizacije i obilježavanja, ograničenosti širine plovnih putova, promjenljivom vodostaju, a time i promjenljivosti dubine vode na plovnim putovima, smanjenoj vidljivosti kod veoma čestih izmaglica, vodenim nanosima i slično. Sve to može uzrokovati loš ili nikakav manevar u plovnom putu, veću mogućnost sudara, potapanje, nasukavanja, oštećenje plovila, blokiranje ili zatvaranje plovnih putova.

Za pouzdano i pravilno vođenje broda na rijekama i kanalima, prije svega se mora obratiti pozornost na signalizaciju i obilježavanje plovnih putova. Mora se voditi računa o propisima i pravilima za navigaciju, i to posebice ako ih propisuje nadležno državno tijelo za određeni dio plovnog puta, te odlično poznavati riječni tok.

Udaljenosti nije teško izračunati. Dovoljno je pratiti kilometarske oznake plovnog puta i veoma lako možete izračunati brzinu plovila u odnosu na pređeni put kao i preostalu udaljenost i vrijeme dolaska na cilj. Ako je brzina toka vode promjenljiva na pojedinim dionicama puta, u kalkulaciju morate unijeti ispravke radi dobivanja što točnijeg rezultata.

Nije jednostavno pribaviti karte za navigaciju na rijekama, a ako ih i imate, moraju biti što novijeg izdanja zbog toga što se te karte stalno dopunjuju i korigiraju. Dva osnovna razloga čestih korekcija su prohodnost plovnih putova, što ovisi o vodostaju i promjeni toka (korita) same rijeke, zbog čega se pak često vrše promjene signalizacije i obilježavanja. U novije vrijeme, u okviru riječnih informacijskih servisa (RIS), izrađuju se i elektronske navigacijske karte (ENC) koje se jednostavnije i brže ažuriraju i mogu biti dostupne putem web-a.

Pri navigaciji noću, ukoliko ne postoji mogućnost korištenja radara, posebnu pozornost valja obratiti na sljedeće:

- Obavezno imati upaljena svjetla za navigaciju, a ostala svjetla trebaju biti ugašena ili prigušena da ne bi ometala osmatranje;
- Redovito kontrolirati prosječnu brzinu te štopericom kontrolirati karakteristike rada svake svjetleće plutače ili svjetionika;
- Ako se plutača ili svjetionik nalazi bliže desnoj obali (vaša desna strana), ona vam obavezno mora ostati s desne strane kod prolaska pored nje;
- Kada su dvije plutače postavljene jedna do druge (jedna bliže desnoj a druga bliže lijevoj obali), obavezno prođite između njih. Tako postavljene plutače obilježavaju krivine na rijekama, plovni put s dobrom dubinom, prolaze ispod mostova i slično;
- Obratite pažnju na ostala plovila i ovisno o njihovoj signalizaciji, poštujte prometna pravila i propise;
- Osmatrajte redovito, okom i dvogledom, okolinu koju prolazite. Optičke varke su veoma česte noću na vodi;
- Ukoliko procjenite da je daljnja navigacija opasna, svakako napustite obilježeni plovni put. Potrebno je udaljiti se od plutača, ali tako da vam ostanu u vidnom polju, usidrite brod i propisno ga signalizacijom obilježite.

6.2 ▸ NAVIGACIJSKA OPREMA

Moderna navigacijska oprema standard je svakog plovila i velika pomoć u navigaciji i sigurnoj plovidbi. Kako su zbog visoke vlage i prisustva nečistoća uvjeti za elektroniku na plovilima teški, tako su i zahtjevi stavljeni pred proizvođače i one koji opremu održavaju poprilično visoki. Pravilno postavljena i korištena oprema je preduvjet pouzdane orijentacije i navigacije. Navigacijska oprema doživjela je tehnološku revoluciju, što je pridonijelo razvoju tzv. „Integrated Bridge" koji podrazumijeva više mogućih kombinacija povezivanja navigacijske opreme i programskih paketa radi usklađenja svih potrebnih parametara navigacije, tako da pojedini integrirani sustavi mogu biti složeni od različitih komponenti. Općenito, može se reći da integrirani navigacijski sustav povezuje sva raspoloživa navigacijska sredstva na pojedinom plovilu u jednu cjelinu. Na primjer prikupljaju se podaci o poziciji sa GPS ili nekog drugog raspoloživog sustava za pozicioniranje, navigacijska situacija s radara, nadzor kretanja s gyro kompasa, podaci o dubini s dubinomjera te brzini s brzinomjera.

Općenito, u navigacijsku opremu ubrajamo sve one uređaje kojima se služimo tijekom vođenja plovila, navigacije, manevriranja i orijentacije. Osvrnut ćemo se samo na one najvažnije.

6.2.1 ▸ DUBINOMJER

Dubinomjer je jedno od najstarijih pomagala za vođenje plovila, a metode određivanja dubine u osnovi dijelimo na:

Klasične metode: hidrografskom ili sondnom motkom u brodarstvu poznatom kao „lec".

„Lec" je drvena ili aluminijska motka kružnog presjeka debljine 4 – 6 cm, dužine 4 – 6 m, namijenjena za mjerenje dubine rijeke. Lec je podijeljen na decimetre koji su naizmjenično obojeni crveno, bijelo i crno radi lakšeg očitanja.

Slika 39 ◂
Sondna motka, u brodarstvu poznata kao „lec"

Akustične metode

Ultrazvučni dubinomjeri, koji su danas u širokoj primjeni, koriste tri akustična frekventna područja: infrazvučno f< 20 Hz, čujno 20 Hz < f < 20 kHz i ultrazvučno f < 20 kHz. Od 1925. godine počinju se koristiti ultrazvučni dubinomjeri koji se i danas koriste. Jednostavni su za uporabu i održavanje, jeftini i dostupni vlasnicima malih plovila. Da bi se došlo do preciznog očitanja dubine koristi se:

Doplerov efekt, koji se primjenjuje na način da se nakon emitiranog zvučnog impulsa sa plovila i njegovog ponovnog prijema na hidrofon nakon odbijanja od dna, na bazi proteka vremena Δt izračunava dubina (*h*)

$h = c \cdot \frac{\Delta t}{2}$	Gdje je: c – brzina prostiranja zvuka u vodi (1480 m/s za slatku vodu)

Rezolucija dubinomjera je njegova mogućnost odvojenog raspoznavanja dvaju bliskih objekta na dnu. Razlikujemo vertikalnu i horizontalnu rezoluciju, a greške uslijed rezolucije su manje ako se koriste moderni višesnopni dubinomjeri.



Slika 40 ▸
Ultrazvučni dubinomjer

Sonari/ehosonderi **(**Sound Navigation And Ranging) su uređaji koji koriste propagaciju zvuka pod vodom za navigaciju, kartografiju, komunikaciju ili detekciju drugih brodova, u čiji se razvoj i unapređenje u nautičkom sektoru u posljednje vrijeme najviše ulaže, a osim funkcije mjerenja dubine ispod i ispred plovila (do 400 m) ima i funkciju detekcije jata riba, temperature vode ili na dnu ležećih predmeta.

Ehosonderi posljednje generacije omogućuju rezultate koji su donedavno bili nezamislivi. To se posebno odnosi na zaslone s tekućim kristalima, koji su povećali vrijednost upotrebe „fishfindera" čak i kod proizvoda srednje i niže kvalitete. Za pravilnu upotrebu bilo kojeg instrumenta, presudno je početno podešavanje ovisno o izboru namjene.



Slika 41 ◂
Moderan dvofrekventni višenamjenski ehosonder – dubinomjer (sonar)

6.2.2 ▸ RADAR

Radar (Radio Detecting and Ranging) je suvremeno navigacijsko sredstvo široke primjene, posebno u uvjetima slabe vidljivosti, vođenja plovila uskim i frekventnim područjima, prilikom izbjegavanja drugih plovila i slično. Funkciju otkrivanja objekata i mjerenja udaljenosti do njih ostvaruje putem radio signala, a pojam „radar" je prvi put korišten tijekom II. svjetskog rata kada je prvobitno korišten u vojne svrhe. Radar je danas na plovilima nezaobilazan instrument čiji je cilj olakšati posao sigurnog vođenja plovila, a radarski sustavi su toliko automatizirani da čovjek ima tek ulogu kontrolora. Čovjek je oslobođen poslova koje je ranije morao raditi, a mogućnost subjektivne greške znatno je manja.

Povijest i razvoj radara povezujemo sa 1864. godinom kada je James Clark Maxwell objavio jednadžbe i zapise o ponašanju radio valova. 1866. godine Heinrich Herz je dokazao da se elektromagnetni valovi mogu reflektirati poput svjetlosti, zatim je 1904. godine Christian Huelsmayer iskoristio tu osobinu elektromagnetskih valova u funkciji izbjegavanja sudara te konstruirao i patentirao neku vrstu radiolokatora (telemobilscope), da bi 1922. godine Guglielmo Marconi izumio radio prijemnik na principu elektromagnetne refleksije kratkih valova. Prava era radara počinje 1935. godine kada je britanski fizičar Robert Watson – Watt konstruirao sustav za otkrivanje aviona putem radio impulsa, a 1939. fizičar Henri Butt i biofizičar John T. Randall stvaraju magnetron. Daljnjim tehnološkim razvojem, otkrićima i modifikacijama radarska je tehnologija ušla u široku primjenu. Nadalje pažnju ćemo posvetiti radarima konstruiranim za potrebe navigacije.

Princip rada radara: u predajniku se u impulsima stvara visokofrekventna energija koja se zrači usmjereno putem antene. Valovi putuju pravolinijski i nakon odbijanja od prepreke se veoma malim dijelom vraćaju u vidu jeke prema osjetljivom prijemniku radara gdje se nakon pojačanja i obrade prikazuje na pokazivaču kao svjetleći odraz (mrlja). Prema položaju ove mrlje na zaslonu, određuje se azimut (smjer), pramčani kut i udaljenost od opaženog objekta.

Da bi radar za potrebe plovidbe zadovoljio kriterije treba: otkrivati objekte na što manjoj udaljenosti, postići što veći domet odnosno daljinu otkrivanja, dobro razdvajati objekte po azimutu i po udaljenosti, moći otklanjati smetnje nastale uslijed atmosferske refleksije od površine vode kako bi se i mrlje od malih objekata jasno vidjele.

Karakteristike radarskog sustava su: maksimalni i minimalni domet radara, točnost mjerenja kutova i udaljenosti, razdvajanje objekata prema kutu i udaljenosti. Radari mogu biti opremljeni i posebnom računalnom tehnikom i biti u stanju rješavati probleme kod izbjegavanja sudara. Takvi sustavi u zapadnoj tehnologiji imaju oznaku CAS (Collision Avoidance System).



Slika 42 ▶ Suvremeni riječni radar

Radarski horizont, u navigacijskom smislu, predstavlja najveću udaljenost od mjesta emisije EM valova do koje bi stizali ti valovi na zemljinu površinu. Ova udaljenost, osim geometrije zemlje, ovisi i o: visini antene, valnoj dužini EM valova, impulsnoj snazi radara kao i atmosferskim prilikama.

Radarske smetnje, prema izvoru nastajanja su: smetnje izazvane odjekom od padalina i površine vode, šum nastao radom električnih elemenata radara, interferencija ostalih radara.

Lažni odjeci, ovisno o načinu njihova nastajanja su:

- *Indirektne jeke*, nastale refleksijom vlastitog plovila, većih objekata na obali te drugih plovila u neposrednoj blizini;
- Višestruke jeke, nastaju ako se u blizini našeg objekta nalazi objekt s velikim koeficijentom refleksije;
- *Lažne jeke* dobivene bočnim lepezama, javljaju se u luku u čijem centru se nalazi prava slika lepeze pa će se lažne jeke ove vrste pojavljivati samo na malim dometima i sa većih objekata. Antena sa prorezanim valovodom ima slabije izražene bočne lepeze u usporedbi s paraboličnom antenom;

- *Radarske interferencije*, su posljedica iskrenja u samom radaru, ali i ostalim električnim uređajima u blizini, a najizraženije su kada u blizini radi radar približno iste valne dužine. Izraženije su na većim dometima jer je na malim dometima vremenska baza tako brza da se svjetle točkice razvuku u jedva vidljive tonske linije. Smetnje od interferencije je nemoguće otkloniti.

Radarske sjenke predstavljaju tamna mjesta na zaslonu katodne cijevi između odraza, iako one fizički pripadaju istom objektu. Nastaju zbog oblika prepreka, njihovog položaja i nemogućnosti EM valova da se reflektiraju od geometrijskih zaklonjenih površina.

Slijepi sektori predstavljaju kružne isječke na zaslonu katodne cijevi u kojima nema prijema EM valova pa se u njima ne mogu detektirati bilo kakvi objekti. Nastaju ako se blizu antene nalaze prepreke kao što su: jarboli, dimnjaci, dizalice i slično.

Odrazi od površine vode predstavljaju mnogobrojne točkaste odraze koji su promjenljivi i nestalni, a nastaju uslijed refleksije od prednjih rubova valova oštrih kutova i javljaju se na manjim udaljenostima. Ove smetnje nestaju sa smanjenjem pojačanja bliskih odraza gumbom *„Anticlater Sea“* (smetnje od mora).

Smetnje od atmosferskih pojava se manifestiraju kao brojni točkasti odrazi nepravilnog oblika na dijelu zaslona katodne cijevi koja odgovara stvarnom položaju atmosferske pojave. Zajedničke osobine ovih smetnji (kiša, niski kišni oblaci, grad, snijeg, magla....) su: razvučeni odrazi bez izraženih rubova (bridova), velika brzina kretanja na zaslonu katodne cijevi u odnosu na stvarne odraze objekata, a jačina odraza je manja nego kod stvarnih objekata. Uklanjaju se linearnim smanjenjem pojačanja na cijelom području rada gumbom *„Anticlater Rain“ (smetnje od kiše)*. Ovime slabe i pravi odrazi, ali smetnje nestaju prije pravih odraza.

Radarski odrazi se razlikuju po: veličini, daljini otkrivanja, obliku, fluktuaciji, oštrini i pokretljivosti.

Karakteristike odraza od kopnenih objekata su: pojava na očekivanim mjestima na temelju vlastite pozicije, nepokretnost, ne fluktuiraju, veliki i gusti odrazi čiji se međusobni položaj ne mijenja.

Karakteristike odraza od plovila su: kretanje, promjena položaja u odnosu na ostale odraze, neočekivana pojava, fluktuacija ali i postojanost, uski su i pojavljuju se na srednjim udaljenostima, jedan rub odraza je tup dok je rub u smjeru kretanja plovila uvijek oštar.

Karakteristike odraza od malih plovila su: pojava na malim udaljenostima, izražena fluktuacija uz nestajanje u pojedinim prelazima EM snopa kod valovite površine, jači odrazi nego odrazi smetnji, pri magli daljine otkrivanja manje za 15–20%.

Relativni prikaz kretanja možemo objasniti kroz dva modela prikaza i to:

- *Relativno nestabilnu sliku*, gdje: je vlastito plovilo nepokretno i uvijek u centru zaslona a odrazi svih nepokretnih objekata se kreću suprotnim vektorom vlastite brzine, je pramčanica uvijek usmjerena prema nuli fiksne skale bez obzira na kurs, je pomoću ploče azimuta moguće očitavati samo desne pramčane kutove, je vidljivost objekata desno od pramca vidljiva na desnoj strani uzdužnice zaslona, pri promjeni kursa pramčanica i dalje ostaje u ranijem položaju, a svi odrazi se zakreću suprotno od strane promjene kursa. Ovakav prikaz je pogodan u slučajevima rješavanja situacija – problema izbjegavanja sudara;

- *Relativno stabilnu sliku,* gdje: je vlastito plovilo nepokretno i uvijek u centru zaslona, se odrazi svih nepokretnih objekata kreću suprotnim vektorom vlastite brzine, je pramčanica usmjerena u (pokazuje) kurs pravi (kurs žira) što se očitava na fiksnoj skali, je radarska slika obale orjentirana prema meridijanu (kao i navigacijska karta), se pomoću azimut (smjerne) ploče očitavaju radarski azimuti na sve objekte, pri promjeni kursa odrazi na zaslonu zadržavaju položaj, a pramčanica se zakreće u smjeru promjene kursa do vrijednosti novog kursa. Ova slika je najpogodnija prilikom manevra izbjegavanja sudara.

Pravi prikaz kretanja (True Motion) prikazuje stvarna kretanja u ograničenom prostoru, a da bi se to postiglo potrebno je rastaviti vlastito kretanje u komponente u smjeru N–S i E–W, za što je neophodno kontinuirano dobavljanje podataka o vlastitom kursu i brzini, kao i podaci sa žiro kompasa i brzinomjera.

To znači da se položaj vlastitog plovila nalazi u točki odakle započinje otklanjanje vremenske baze, a taj početak se pomiče proporcionalno vlastitom kretanju. Karakteristike ovoga načina prikaza su:

- svi nepokretni objekti su nepokretni odrazi na zaslonu;
- svi pokretni objekti, uključujući i vlastito plovilo, se kreću u odnosu na nepokretne objekte stvarnim kursevima i brzinama;
- cijela slika je orjentirana, kao i navigacijska karta, prema meridijanu što zahtjeva dodatno kolo za mjerenje kutova jer se ne može koristiti fiksna podjela s oboda zaslona. Azimuti se mjere elektroničkom smjernicom koja se prikazuje kao pravac iz točke razvoja vremenske baze, a vrijednost se očitava na posebnom digitalnom pokazivaču.

6.2.3 ▸ ŽIROKOMPAS – ŽIROSKOP

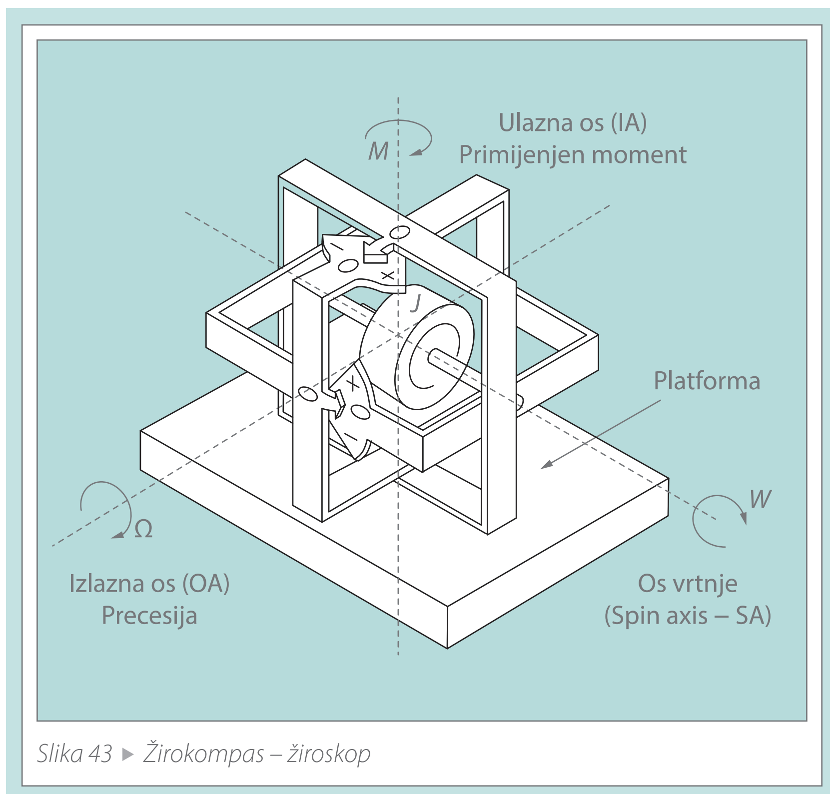
Žiroskop je instrument koji za identifikaciju meridijana koristi određena fizička svojstva masivnog tijela koje rotira (žiroskopa ili zvrka). Pojavio se u prvom desetljeću XX. stoljeća za potrebe polarnih ekspedicija. Žiroskop je dinamičko tijelo koje slobodno rotira velikom brzinom. Najčešće je izveden kao simetrični rotor s velikom obodnom brzinom, koji je ovješen u kardanskom sustavu.

Os rotacije zvrka je glavna ili osnovna os, dok su osi u kojima su učvršćeni prsteni kardanskog sustava: horizontalna ekvatorijalna os i vertikalna ekvatorijalna os. Kod zvrka s tri stupnja slobode sve se osi sijeku u istoj točki pa je takav zvrk uravnotežen. Zvrk pokazuje dva osnovna svojstva: **inerciju** i **precesiju**.

Inercija je svojstvo žiroskopa da os rotacije uvijek zadržava isti smjer u prostoru, ovisno o tome u kojem smjeru se postavila platforma na koju je zvrk s tri stupnja slobode pričvršćen. Pri tome zvrk zadržava to svojstvo bez obzira na sva kretanja, pa tako i na kretanja Zemlje, što znači da će os rotacije zvrka zadržati pravac u prostoru neovisno i o kretanju Zemlje.

Precesija je svojstvo zvrka da se os rotacije otkloni za 90° od smjera djelovanja sile koja djeluje na tu os. Ta dva svojstva iskorištena su za rad žirokompasa. Ograničavanjem slobodnog rotiranja zvrka postiže se da se os rotacije postavlja u pravcu meridijana. Za postavljanje osi rotacije u horizontalni položaj, na os rotacije djeluje se silom teže, a za usmjeravanje u meridijan silom ustrajnosti u smjeru rotacije Zemlje.

Greška žirokompasa (devijacija) je ukupni otklon glavne osi (osi rotacije) od pravog meridijana. Pozitivna je ako je os žirokompasa otklonjena prema



Slika 43 ▸ Žirokompas – žiroskop

istoku, a negativna ako je otklonjena prema zapadu. Na otklon osi rotacije od pravog meridijana mogu utjecati sljedeće pogreške: greška vožnje, greška geografske širine, balistička greška, kvadratna devijacija i greška instalacije.

Upotreba žiroskopa u unutarnjoj plovidbi – Autopilot je uređaj za automatsko kormilarenje. S jedne je strane spojen na žirokompas, a s druge na električni ili hidraulički kormilarski stroj. Ako brod skrene s kursa, aktivira se kormilarski stroj koji brod vraća u kurs. U kompasnom ponavljaču nalazi se kontakt koji uspostavlja spoj s lijevim ili desnim kontaktnim prstenom, ovisno o skretanju broda. Kada se kormilo počne okretati preko povratne veze, aktiviraju se kontaktni prstenovi koji prekidaju vezu s kormilarskim strojem. Naizmjeničnim uključivanjem i isključivanjem može se pri kormilarenju po mirnom vremenu održavati kurs s oscilacijama od ±0,5°. Osjetljivost autokormila postavlja se ručno. Kod plovidbe pri nemirnom vremenu osjetljivost autopilota potrebno je smanjiti. Automatskim kormilarenjem smanjuju se gubici i povećava srednja brzina broda.

6.2.4 ▸ BRZINOMJER

Brzinomjer je instrument pomoću kojega se mjeri brzina plovila, a uglavnom postoje 3 tipa:

- *Patentni brzinomjer*, koji se tegli i mjeri brzinu okretanjem vlastitog propelera. Prijenos do pokazivača je mehanički, a brzinu plovidbe daje na osnovu broja okretaja propelera u jedinici vremena. Ovakvi brzinomjeri su nepraktični, zastarjeli i više se ne koriste;
- *Propelerni električni brzinomjer*, koji također mjeri brzinu plovidbe pomoću propelera pričvršćenog na dnu trupa broda. Vrtnja propelera pokreće mali dinamo koji šalje pokazivaču (voltmetru baždarenom u čvorovima ili kilometrima) električnu vrijednost u vidu električnog impulsa;
- *Hidrodinamički brzinomjer*, mjeri brzinu plovidbe pomoću „pitove cijevi", a mjeri se razlika između statičkog i dinamičkog pritiska, koja je na pokazivaču prikazana u čvorovima ili kilometrima u jedinici vremena.

Brzina plovidbe prikazana na brzinomjeru pokazuje brzinu kroz vodu, a ne brzinu u odnosu na dno ili obalu, uglavnom zbog utjecaja struje vode. Tako na primjer, da bismo dobili stvarnu brzinu kretanja u odnosu na obalu, u uzvodnoj plovidbi (uz rijeku), očitanu brzinu plovidbe treba umanjiti za brzinu toka rijeke, a obrnuto, dodati brzinu toka ako se plovi nizvodno.

Brzina plovidbe na rijekama i kanalima može se mjeriti očitavanjem kilometarskih oznaka za utvrđivanje prijeđenog puta u jedinici vremena. Na primjer, od rkm 255 do rkm 262 na rijeci Savi plovi se jedan sat, što znači da je brzina plovidbe u odnosu na obalu 7 km/h. Za preciznija mjerenja, kada se testiraju novosagrađeni brodovi, koriste se mjerni kilometri ili mjerne milje, posebno određeni za tu namjenu.

6.2.5 ▸ BRODSKI BAROMETAR

Barometar je mjerni instrument za mjerenje atmosferskog tlaka, to jest tlaka zraka koji čini atmosferu.

Prvi barometar je bio tzv. vodeni barometar (nazvan još Goetheov jer ga je Goethe popularizirao) koji je radio na principu posude s nešto zraka koja je uronjena u vodu, te je stupac vode u posudi porastao kad je opao tlak zraka jer se tada stupac zraka smanjio. Najčešće se koristi živin barometar (stupac žive koji se povisuje ili smanjuje ovisno o promjeni tlaka zraka). Otkrio ga je Evangelista Torricelli. Postoji još i suhi (aneroidni) barometar.



Slika 44 ▸ Moderni metalni aneroidni barometri

Barometar je nezamjenljiv instrument u meteorologiji. Koristan je i u tzv. narodnoj meteorologiji jer se obično smatra da s porastom tlaka zraka slijedi sunčanije vrijeme, a s padom oblačnije. Barometar najavljuje kako dolazak kiše ili vedrog vremena, tako i tendenciju promjene tlaka uslijed strujanja zračnih masa (vjetra). Svejedno da li je promjena tlaka pozitivna ili negativna, vjetar i nevrijeme bit će veći ukoliko je promjena tlaka velika u kratkom vremenskom razdoblju.

6.2.6 ▸ DVOGLED – BINOKULAR

Jedno od najčešće korištenih pomagala u vođenju navigacije svakako je dvogled. To je vrsta optičkog instrumenata koji se sastoji od 2 mala teleskopa spojena tako da kada se promatra kroz njih (s oba oka istovremeno) formiraju samo jednu sliku. Prednost dvogleda pred teleskopom je u tome što on prirodnije povećava sposobnost ljudskih očiju (ne oka), upravo zato što se koriste oba oka.

Povećanje x promjer objektiva: su brojevi koji karakteriziraju svaki dvogled i obično su utisnuti na tijelu dalekozora pored okulara.



Slika 45 ▸
Dvogled / binocular
Velika Britanija, 20. st.
željezo, staklo, mjed

Prikazani su u obliku produkta brojeva npr. 7 x 30, 7 x 50, 11 x 80 i slično. Prvi broj oznake je povećanje dvogleda, a drugi je promjer objektiva u milimetrima. Možemo slobodno reći da je povećanje zapravo približavanje objekta oku za navedenu vrijednost. Dvogledi s povećanjem od 8 puta će objekt koji se promatra povećati 8 puta, tj. kut pod kojim se vidi neki objekt će biti 8 puta veći nego gledan golim okom.

Drugi broj (30, 50, 80 itd.) je promjer objektiva u milimetrima. Što je promjer veći, to više svjetla ulazi u dvogled i bolje se vide manje sjajni objekti. Vrijednost Light grasp, ili sposobnost hvatanja svjetla, upravo najviše ovisi o promjeru objektiva. Tako dvogled s promjerom objektiva 50 mm hvata 2,8 puta više svjetla od dvogleda s promjerom objektiva 30 mm. Za plovidbu su optimalni dvogledi srednje jačine.

6.2.7 ▸ RADIOTELEFONSKI UREĐAJ

Radio telefonski uređaj se ubraja u pomagala za vođenje plovila, a preko njega se primaju hidrometeorološki izvještaji i prognoze vremena koje javne radijske postaje svakodnevno objavljuju. U riječnom i pomorskom prometu plovila koriste:

Kratkovalni radiotelefonski uređaj (KT) koji radi na frekvenciji od 1,6 do 3,8 MHz (pozivna frekvencija je 2,12 MHz). Standardni tip ima vrlo velik domet. Ovaj KT radiotelefonski uređaj u prošlosti se više koristio u profesionalnom brodarstvu – brodarskim kompanijama čija plovila plove na velikim udaljenostima.

Ultrakratkovalni radiotelefonski uređaj (UKT) koji radi na frekvenciji od 156 do 162 KHz. Pozivna frekvencija je 156,8 KHz – kanal 16 (kanal sigurnosti plovidbe). Standardni UKT radiotelefonski uređaji imaju 55 kanala za komunikaciju, a namijenjeni su za radio komunikaciju na manjim udaljenostima, komunikaciju plovilo – plovilo ili plovilo – obala (kapetanija, tvrtka, marina, luka itd.). Domet predajnika je 50 km dok je potrošnja struje mala i može je podnijeti svaki brodski akumulator. Motorna plovila (osim čamaca i skela) i tehnička plovila smiju ploviti na rijeci Savi samo ako su opremljena s dva ispravna radiotelefonska uređaja.

Rad sa UKT uređajem pobliže je opisan u „Priručniku o radiotelefonskoj službi na slivu rijeke Save“ koji je Savska komisija izdala u skladu s priručnikom korištenim na mreži europskih plovnih putova izdanim od strane Rajnske, Dunavske i komisije za Mosel.



Slika 46 ◂
UKT uređaj

6.3 ▸ PRIRUČNICI ZA PLOVIDBU

Od velike su koristi za svakog nautičara, bilo da se radi o zapovjednicima ili rekreativnim nautičarima. Osnovna svrha im je pružiti potrebne nautičke informacije kako u pripremi, tako i u izvođenju plovidbenog pothvata. Posebna se pozornost mora pridati ažurnosti i točnosti svih priručnika kako bi sigurnost plovila, posade i drugih sudionika bila najveća moguća. U priručnike se ubrajaju i navigacijske publikacije koje opisno daju podatke važne za sigurnost plovidbe, a ne mogu se prikazati na plovidbenoj karti i koriste se zajedno s plovidbenom kartom. Osim priručnika za plovidbu izdaju se i ostale publikacije korisne za unutarnju plovidbu.

6.3.1 ▸ NAVIGACIJSKE KARTE

Do današnjih dana navigacijske karte predstavljale su okosnicu i osnovni navigacijski priručnik te se velika pažnja pridavala njihovoj detaljnosti, ažurnosti i trajnosti u brodskim uvjetima. U pravilu su ih izdavala ovlaštena državna tijela, odgovorna za točnost navedenih podataka. U osnovi ih dijelimo na:

Papirna karta: do kraja devedesetih godina prošlog stoljeća korištena je jedino papirna karta, dok je posljednjih godina uglavnom u funkciji pomoćnog priručnika za navigaciju. Jedina do sada prava nautička karta izrađena isključivo za orijentaciju i vođenje plovila je „Pilotska karta rijeke Dunav“, u izdanju Dunavske komisije iz Budimpešte. Karta je izrađena u mjerilu 1:10000, što je omogućilo visoku razinu detaljnosti. Pored prikaza plovnog puta, takva karta sadrži cijeli niz informacija za orijentaciju i vođenje plovila kao na primjer: vrstu obale, položaj regulacijskih hidrograđevina, os

plovnog puta, dubinu po osi plovnog puta, položaj plićaka, stijene, smjer toka rijeke, kilometarske oznake, plovne svjetleće i nesvjetleće oznake, korito rijeke od ureza visokog i niskog plovidbenog nivoa (VPN i NPN) te znakove za reguliranje plovidbe. Za rijeku Savu do sada nisu rađene nautičke, već se koriste hidrotehničke karte s daleko manjom razinom detaljnosti koje su daleko nepouzdanije.

Elektronička plovidbena karta – ENC (Electronic Navigational Charts) predstavlja bazu podataka standardiziranu kako po sadržaju, tako i po strukturi i formatu, koja se izdaje na korištenje uz **Elektronski prikaz navigacijskih karata i informacijski sustav (ECDIS).** Nastala je na standardima Medunarodne pomorske organizacije (IMO) te je usklađena sa standardima S-57 i S-52 Međunarodne hidrografske organizacija (IHO).

Za potrebe unutarnje plovidbe razvijene su **Elektroničke navigacijske karte za unutarnju plovidbu – Inland ENC (Inland Electronic Navigational Chart) uz Inland ECDIS.** Inland ENC je također usklađen sa IHO standardima S-57 i S-52 te poboljšan dodacima i objašnjenjima ovog standarda za Inland ECDIS. Inland ENC sadrži sve bitne kartografske informacije, a također može sadržavati dodatne informacije koje se mogu smatrati korisnima za plovidbu.

Inland ECDIS je elektronički prikaz navigacijskih karata i informacijski sustav za unutarnju plovidbu. Njegova svrha je da doprinosi sigurnosti i efikasnosti unutarnje plovidbe te na taj način također daje doprinos i zaštiti okoliša. Nastao je temeljem nalaza europskog projekta Indris (Inland Navigation Demonstrator for River Information Services) i njemačkog projekta ARGO 2001. godine kada su Dunavska i Rajnska komisija usvojile Inland ECDIS za Elektroničke navigacijske karte za unutarnju plovidbu – Inland ENC za Rajnu i Dunav. 2001. godine Gospodarska komisija UN-a za Europu (UNECE) usvojila je Inland ECDIS Standard kao preporuku za europsku mrežu unutarnjih plovnih putova. Do studenoga 2013. izrađene su elektroničke navigacijske karte za unutarnju plovidbu prema Inland ECDIS standardu, koje pokrivaju gotovo 10.000 kilometara europskih plovnih putova, uključujući Rajnu, Dunav, Mosel, Majnu, Elbu, Savu i Dravu u Njemačkoj, Nizozemskoj, Francuskoj, Belgiji, Švicarskoj, Austriji, Slovačkoj, Mađarskoj, Hrvatskoj, Srbiji, Bugarskoj, Rumunjskoj i Ukrajini.

Za razliku od papirnih karata, koje su ograničene na svega četiri boje u prikazivanju podataka, elektroničke navigacijske karte mogu navigacijski korisne podatke prikazivati u mnogim bojama, a omogućen je prikaz samo onih

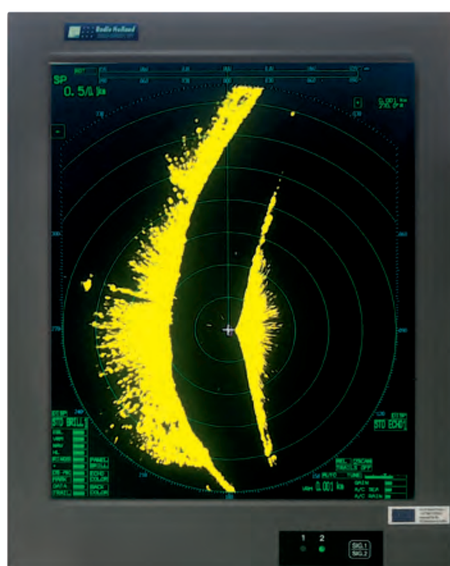
podataka koje odabere korisnik. Prilikom korištenja Inland ECDIS-a, mora se prikazivati minimum podataka koje su propisali IMO i Međunarodna hidrografska organizacija (IHO).

U sustavu Inland ECDIS propisano je da se na zaslonu istovremeno s korisnim informacijama prikazuje i navigacijska situacija s podacima kao što su pozicija, brzina, smjer, situacija u okolini plovila (raspored plovila, njihovi smjerovi i brzine) te drugim važnim podacima. Danas se koriste dva načina prikaza, relativni i pravi.

Kod relativnog prikaza, kao i kod radara, položaj plovila fiksiran je u sredini zaslona, konture obale (elektronička karta) pomiču se u istom smjeru brzinom koja je jednaka brzini plovila. Ovakav prikaz iziskuje velik kapacitet memorije računala obzirom da se velika količina podataka mora stalno pomicati po zaslonu.

Kod pravog prikaza, koji koristi North Up orijentaciju, elektronička karta je nepomična, a na zaslonu se pomiče plovilo. Svaki put kada plovilo priđe rubu zaslona slika se reprogramira tako da se proširi područje u smjeru plovidbe, suzi područje suprotno smjeru kretanja, a položaj plovila namijesti blizu suprotnog ruba zaslona. Poseban zaslon ili poseban okvir na zaslonu ECDIS-a namijenjen je za prikaz podataka o smjeru, brzini, dubini ili poziciji u alfanumeričkom digitalnom obliku. Mogu se koristiti i izdvojeni prikazi područja kojim se trenutno plovi ili pogled u područja u koja plovilo treba uploviti, istovremeno dok se na glavnom zaslonu prikazuje opća navigacijska situacija.

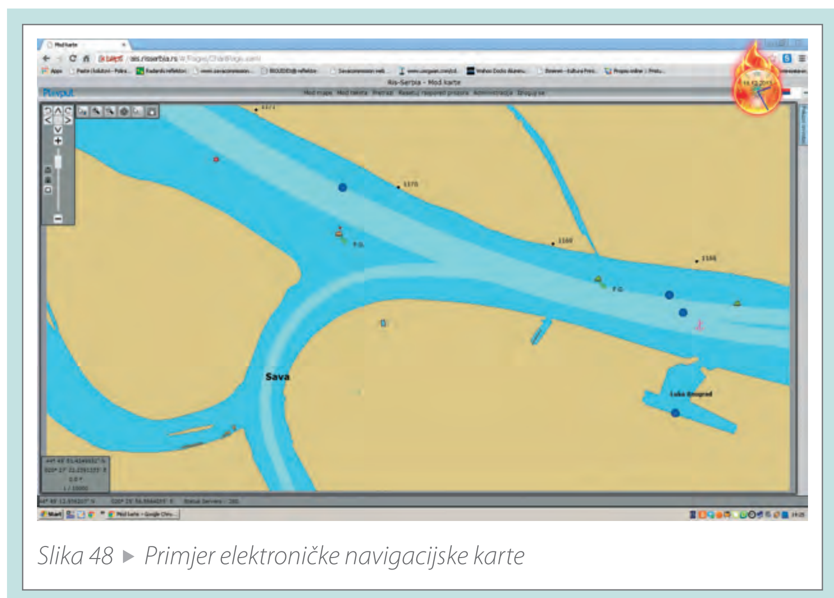




Slika 47 ▶
ENC u sprezi sa radarom

Općenito, elektroničke navigacijske karte moraju zadovoljavati sljedeće kriterije:

- ENC moraju biti kompatibilne sa Inland ECDIS standardom;
- Informacije na ENC moraju biti aktualne;
- Moraju u sebi sadržavati takozvani osnovni set podataka (minimal data set) nužan za efikasno i pouzdano korištenje elektroničkih navigacijskih karata.



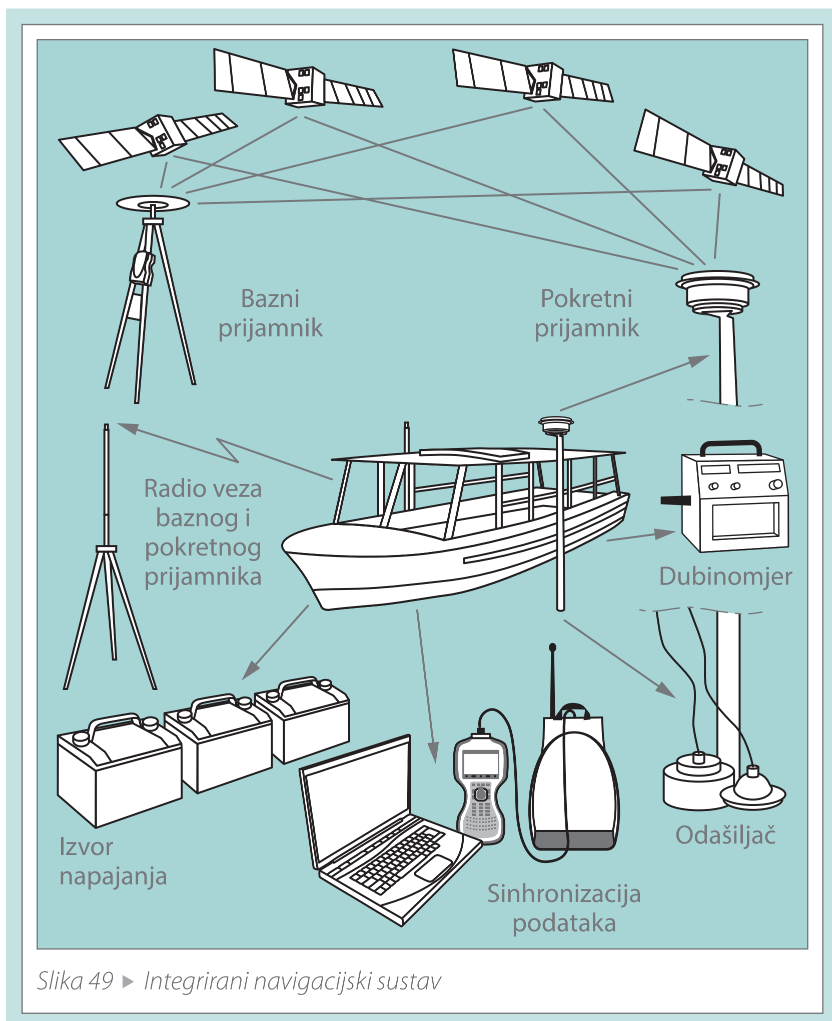
Slika 48 ▶ Primjer elektroničke navigacijske karte

Uz gore navedene obvezne uvjete, poželjno je da ENC sadrže informacije o dubinama na kritičnim dijelovima plovnog puta. Inland ECDIS predstavlja standard za prikaz elektroničkih navigacijskih karata u unutarnjoj plovidbi koji je prihvatila Središnja komisija za plovidbu Rajnom, Savska komisija, Dunavska komisija te u konačnici i Europska komisija u tehničkoj direktivi No. 414/2007.

Primarne funkcije su sljedeće:

- Inland ECDIS doprinosi sigurnosti i efikasnosti transporta unutarnjim plovnim putovima i zaštiti okoliša;
- Inland ECDIS reducira količinu posla u usporedbi s tradicionalnim metodama navigacije i informiranja;
- Inland ECDIS pouzdan je i dostupan izvor informacija svim subjektima uključenim u unutarnju plovidbu;

- Inland ECDIS omogućuje jednostavno i pouzdano ažuriranje elektroničkih navigacijskih karata;
- Inland ECDIS može biti korišten u navigacijskom i informacijskom modu. Navigacijski mod znači da se Inland ECDIS koristi u kombinaciji s prometnim informacijama dobivenim pomoću radara i/ili AIS-a. Informacijski mod znači korištenje Inland ECDIS-a bez prometnih informacija.

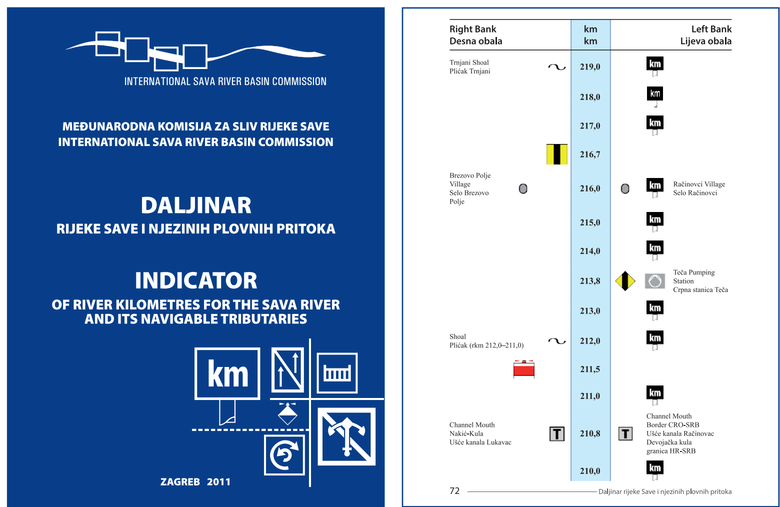


Slika 49 ▸ Integrirani navigacijski sustav

Elektroničke navigacijske karte rijeke Save napravljene su prema zahtjevanim standardima i dobre su kvalitete, a višu razinu detaljnosti dostići će se putem dopunjenih i novih izdanja.

6.3.2 ▸ DALJINAR

Daljinar je, pored plovidbene karte, veoma važan informator za orijentaciju i vođenje plovila. U njemu su navedene kilometarske oznake, gradovi, mostovi, ade, opasna mjesta, ušća, brodogradilišta, itd. Daljinar obiluje mnoštvom korisnih detalja i neizostavan je priručnik kako za iskusne nautičare, tako i za one s manje iskustva i znanja.

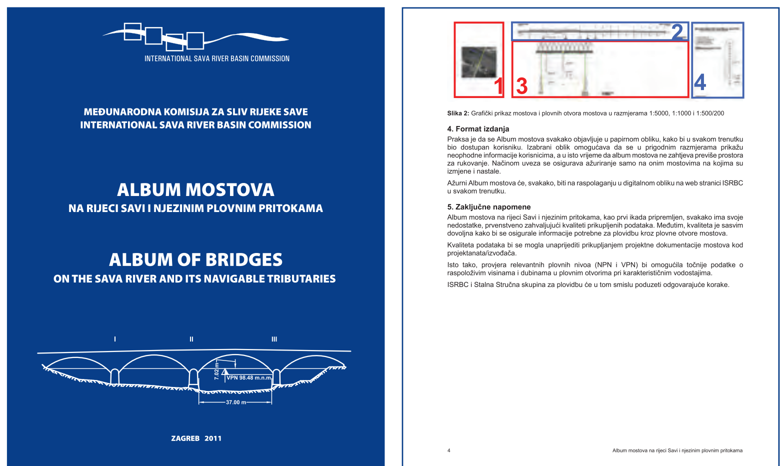


Right Bank Desna obala	km km	Left Bank Lijeva obala
Trnjani Shoal Plićak Trnjani	219,0	km
	218,0	km
	217,0	km
	216,7	
Brezovo Polje Village Selo Brezovo Polje	216,0	km Račinovci Village Selo Račinovci
	215,0	km
	214,0	km
	213,8	Teča Pumping Station Crpna stanica Teča
	213,0	km
Shoal Plićak (rkm 212,0–211,0)	212,0	km
	211,5	
	211,0	km
Channel Mouth Nakić-Kula Ušće kanala Lukavac	210,8	Channel Mouth Border CRO-SRB Ušće kanala Računovac Devojačka kula granica HR-SRB
	210,0	km

72 Daljinar rijeke Save i njezinih plovnih pritoka

Slika 50 ▸ Daljinar rijeke Save i njezinih plovnih pritoka

6.3.3 ▸ ALBUM MOSTOVA



Slika 2: Grafički prikaz mostova i plovnih otvora mostova u razmjerama 1:5000, 1:1000 i 1:500/200

4. Format izdanja

Praksa je da se Album mostova svakako objavljuje u papirnom obliku, kako bi u svakom trenutku bio dostupan korisniku. Izabrani oblik omogućava da se u prigodnim razmjerama prikažu neophodne informacije korisnicima, a u isto vrijeme da album mostova ne zahtjeva previše prostora za rukovanje. Načinom uveza se osigurava ažuriranje samo na onim mostovima na kojima su izmjene i nastale.

Ažurni Album mostova će, svakako, biti na raspolaganju u digitalnom obliku na web stranici ISRBC u svakom trenutku.

5. Zaključne napomene

Album mostova na rijeci Savi i njezinim pritokama, kao prvi ikada pripremljen, svakako ima svoje nedostatke, prvenstveno zahvaljujući kvaliteti prikupljenih podataka. Međutim, kvaliteta je sasvim dovoljna kako bi se osigurale informacije potrebne za plovidbu kroz plovne otvore mostova.

Kvaliteta podataka bi se mogla unaprijediti prikupljanjem projektne dokumentacije mostova kod projektanata/izvođača.

Isto tako, provjera relevantnih plovnih nivoa (NPN i VPN) bi omogućila točnije podatke o raspoloživim visinama i dubinama u plovnim otvorima pri karakterističnim vodostajima.

ISRBC i Stalna Stručna skupina za plovidbu će u tom smislu poduzeti odgovarajuće korake.

4 Album mostova na rijeci Savi i njezinim plovnim pritokama

Slika 51 ▸ Album mostova na rijeci Savi i njezinim plovnim pritokama

6.3.4 ▸ PRIOPĆENJA ZA BRODARCE

Izdaju ih nadležne lučke kapetanije te sadrže informacije o promjenama na plovnom putu, hidrograđevinskim radovima, ugroženosti i zabranama plovidbe na pojedinim sektorima. U sustavu RIS-a prepoznajemo ih još i kao „Notice to skippers“.

6.4 ▸ RIJEČNI INFORMACIJSKI SERVISI (RIS)

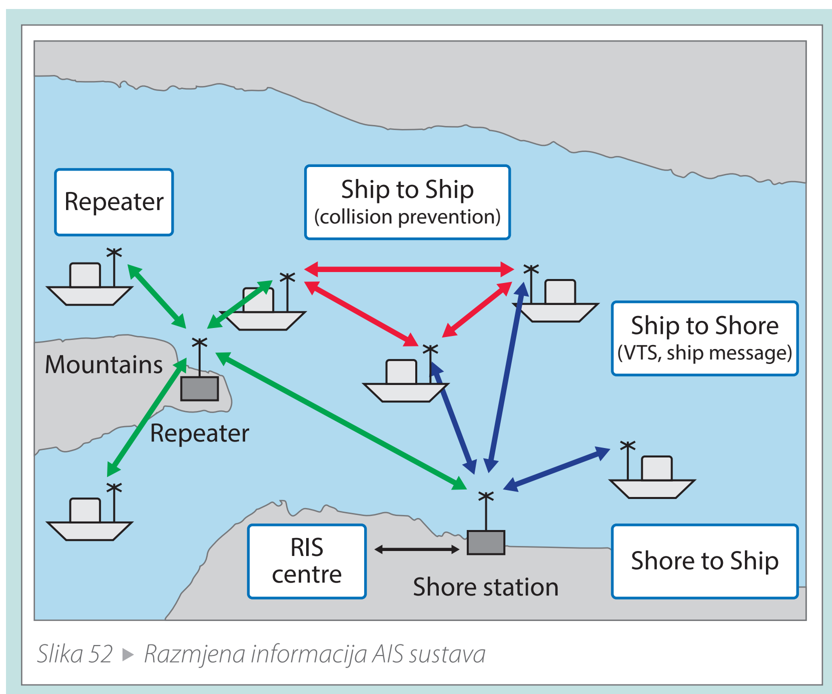
Riječni informacijski servisi – RIS predstavljaju skup usluga temeljenih na modernim tehnologijama, koji uobličava i usmjerava razmjenu informacija između sudionika u unutarnjoj plovidbi. Razmjena informacija se vrši na temelju usuglašenih informacijskih i komunikacijskih sustava, a te se informacije koriste u različitim aplikacijama i sustavima za unaprijeđivanje transportnog procesa.

Ovaj koncept obuhvaća:

- Inland AIS (Automatic Identification System – AIS);
- Inland ECDIS (Electronic Chart Display and Information System);
- Sustav za elektronsko izvještavanje (ERI – Electronic Reporting International);
- Sustav za elektronsko pružanje priopćenja za brodarce (NtS – Notices to Skippers);
- Elektronske navigacijske karte (Electronic Navigational Charts);
- Bazu podataka o trupu plovila (Hull Database);
- Sustav za upravljanje radom prevodnica (Lock Management Systems).

Prva asocijacija na RIS je obično sustav za lociranje i praćenje plovila, koji se temelji na AIS transponderima i usluge koje se zasnivaju na njemu. Mreža AIS baznih stanica instaliranih duž riječnog toka omogućuje razmjenu informacija sa brodovima opremljenim AIS transponderima. Dvosmjerna komunikacija između baznih stanica i brodskih uređaja omogućuje pregled prometne slike sa obale i udaljenih lokacija (kroz preuzimanje podataka o poziciji broda, njegovoj brzini, kursu, gabaritima, vrsti tereta, broju članova posade, odredištu itd.), ali i dostavljanje informacija zapovjednicima brodova poput priopćenja brodarstvima, korekcije GPS pozicije, kratkih poruka itd.

Vrlo važna komponenta sustava za lociranje i praćenje brodova je i međusobna komunikacija transpondera instaliranih na brodovima. Na taj način brodski transponder prikuplja i procesuira podatke o poziciji brodova u svom neposrednom okruženju, njihovim gabaritama, brzini kretanja, kursu, vrsti tereta itd. te time omogućuje zapovjedniku broda bolji pregled prometne situacije i drugih brodova u neposrednoj okolini, što olakšava donošenje taktičkih odluka. AIS transponder u komunikaciji brod – brod ima jedinstvanu sposobnost da nedvosmisleno identificira mete (druga plovila opremljena AIS uređajima) koje su i po nekoliko kilometara udaljene, bez potrebe da postoji optička vidljivost, i u vrlo lošim meteorološkim uvjetima (na primjer magla ili jaka kiša).



Slika 52 ▸ Razmjena informacija AIS sustava

Informacije sa AIS transpondera i iz sustava za lociranje i praćenje brodova, predstavljaju se na još jednom, vrlo značajnom RIS podsustavu – Inland ECDIS. ECDIS prikazuje podatke o plovilima na elektroničkoj navigacijskoj karti, u realnom vremenu u informacijskom modu i u navigacijskom modu.

U informacijskom modu, inland ECDIS predstavlja Elektronički atlas i služi kako bi osigurao informacije o plovnim putovima te tada nije predviđen za upravljanje plovilom. U informacijskom režimu Inland ECDIS može biti

povezan s pozicijskim senzorom radi automatskog pomicanja slike karte i radi povezivanja dijela karte koji odgovara trenutnom okruženju s pozicijom broda fiksiranom u središtu zaslona. Navigacijski režim rada podrazumijeva upotrebu Inland ECDIS-a, za upravljanje plovilom uz korištenje radara. Pozicija plovila se dobiva iz sustava za kontinuirano pozicioniranje, čija je točnost i preciznost u skladu sa zahtjevima sigurne navigacije. Pored osnovne namjene, a to je prikaz prometne slike, ECDIS podsustavi često imaju i vezu ka drugim RIS podsustavima, poput sustava za elektroničko izvještavanje, sustava za elektroničko pružanje priopćenja za brodarce, a u navigacijskom modu je omogućeno i preklapanje radarske slike preko elektroničke navigacijske karte i AIS podataka.

Sustav za elektroničko izvještavanje (ERI – Electronic Reporting International) omogućuje zapovjedniku broda da unaprijed prijavi svoje putovanje svim nadležnim organima, čak i prilikom proputovanja kroz više država. Na taj način, on u vidu standardizirane jezički neovisne i strojno čitljive poruke „predaje izvješće" o detaljima svog putovanja (luka iz koje polazi, odredište, detalji o teretu, broju i sastavu barži, osobama na brodu, usputnim mjestima dokrcaja-iskrcaja itd.)

Sustav za elektroničko pružanje priopćenja za brodarce (NtS – Notices to Skippers) omogućuje zaposlenicima nadležnih tijela da priopćenja za brodarce distribuiraju elektroničkim putem, jezički neovisno u strojno čitljivim formama te da se takva priopćenja po prijamu, automatski prikazuju na ECDIS zaslonu u kormilarnici broda.

Elektroničke navigacijske karte čine okosnicu RIS-a i izravno se koriste u procesu plovidbe. Ubrajaju se u skupinu usluga pružanja informacija o plovnom putu.

Vezivni element podsustava RIS-a jest takozvana baza podataka o trupu plovila (engl. Hull Database) koja u standardiziranom formatu sadrži podatke iz upisnika brodova svake države. Te podatke koriste drugi podsustavi RIS-a i omogućena je međunarodna razmjena tih podataka.

Sustav za upravljanje radom prevodnica omogućuje operatoru na brodskoj prevodnici da optimizira prevođenje na temelju informacija o poziciji brodova dobivenih kroz sustav za lociranje i praćenje brodova, kao i na temelju informacija iz sustava ERI i Hull Database.

Ovdje navedeni podsustavi su samo dio onih koji se trenutno implementiraju na europskim rijekama, a sve u cilju:

- Povećanje sigurnosti plovidbe na unutarnjim plovni putovima i lukama;
- Doprinos dodatnim mjerama – osiguravanje lokalnih i regionalnih prometnih informacija za siguran monitoring na taktičkoj kao i na strateškoj razini;
- Povećanje učinkovitosti unutarnje plovidbe – optimizacija upravljanja resursima u transportnom lancu, omogućujući razmjenu informacija između plovila, prevodnica, mostova, terminala i luka;
- Bolje korištenje unutarnjih plovnih putova – pružanje informacija o statusu na terenu;
- Zaštita okoliša kroz pružanje prometnih i transportnih informacija za učinkovit proces smanjenja plovidbenih nezgoda.

Potpuna uspostava RIS-a na rijeci Savi očekuje se uskoro. RIS usluge i sustavi koji to omogućuju u potpunosti funkcioniraju u Republici Srbiji. U tijeku je implementacija RIS-a na dijelu Save u Republici Hrvatskoj, čime bi se, de facto, plovni dio rijeke Save pokrio RIS uslugama. Za očekivati je da se to ostvari u relativno kratkom vremenskom razdoblju i da korisnici plovnog puta rijeke Save imaju na raspolaganju istu razinu usluga kao što je to na većem dijelu europske mreže plovnih putova. Usuglašenost sustava i primjena međunarodnih standarda koji čine RIS interoperabilnim, čine rijeku Savu integralnim dijelom europske mreže plovnih putova u pogledu primjene informacijskih tehnologija s ciljem pružanja podrške plovidbi.

6.5 ▸ BRODSKE ISPRAVE I KNJIGE

6.5.1 ▸ BRODSKI DNEVNIK

Brodski dnevnik je jedan od dokumenata koji se vodi na plovilima (izuzev čamaca) unutarnje plovidbe. Sadržaj i način vođenja određen je propisima/pravilima. Vodi se svakodnevno, a na temelju unjetih podataka mogu se pratiti sve aktivnosti na plovilu i po potrebi izvršiti rekonstrukcija određenih događaja. Ovo je važno kod utvrđivanja činjenica kao i analiza havarija ili drugih izvanrednih događaja, a podaci iz brodskog dnevnika mjerodavni su u sudskim sporovima.

Dnevnik, čije se postojanje i vođenje preporučuje, ima drugu namjenu. Ovaj dnevnik služi kao nautički priručnik i zapis događaja za vrijeme plovidbe.

Brodski dnevnik sadrži: podatke o plovilu (ime ili oznaka, vrsta plovila, luka upisa, ukupna snaga porivnog uređaja), broj brodskog dnevnika, datum i mjesto izdavanja, naziv tijela koje ga je izdalo, pečat i potpis ovlaštene osobe, podatke o zaključenom brodskom dnevniku (broj, datum i mjesto izdavanja te naziv tijela koje ga je izdalo).

U brodski dnevnik upisuju se sljedeći podaci:

- hidrometeorološki podaci koji se odnose na: vremenske uvjete, temperaturu zraka i vodostaj kod kojega se označuje i vodomjerna stanica prema kojoj se plovilo orijentira;
- podaci o kretanju i radu plovila, s podacima o polasku, dolasku i iznimnom zadržavanju plovila;
- sastav i oblik konvoja, težina tereta i gaz plovila;
- podaci o uzimanju i ostavljanju plovila iz vuče;
- podaci o smjenama članova posade u kormilarnici i strojarnici na radnim mjestima za koja su potrebne svjedodžbe o stručnoj osposobljenosti za obavljanje poslova na plovilu;
- podaci o opremanju i raspremanju plovila;
- važne napomene u toku plovidbe, koje između ostalog obuhvaćaju:
  - izmjerene dubine u plovnom putu, promjene na sustavu obilježavanja i promjene na plovnom putu;
  - pretrpljene nezgode i havarije plovila;
  - značajne popravke i radove izvršene tijekom putovanja, promjene brojnog stanja i sastava posade;
  - pojave težih oboljenja članova posade i putnika;
  - podatke o radu porivnog uređaja i njegovom održavanju.

Brodski se dnevnik vodi za vrijeme plovidbe i za vrijeme boravka plovila u luci ili pristaništu, svakog dana od 0 do 24 sata. Iznimno, brodski se dnevnik ne vodi dok je plovilo u raspremi. Boravak plovila u raspremi i opremanju smatra se izvanrednim događajem. Za vrijeme plovidbe brodski dnevnik vodi zapovjednik plovila ili osoba koja ga zamjenjuje. Kada brodski dnevnik vodi druga ovlaštena osoba, zapovjednik plovila svakodnevno ovjerava podatke unesene u dnevnik.

Pored brodskog dnevnika na brodu se moraju nalaziti popis posade, knjiga o uljima, svjedodžba o sposobnosti broda za plovidbu te ostale isprave i knjige predviđene nacionalnim i međunarodnim propisima.

6.6 ▸ FORMIRANJE KONVOJA

Sastavljanje konvoja može se obaviti na različite načine, vodeći pri tome računa o snazi tegljača ili potiskivača, vodostaju, dubinama i preprekama u plovnom putu kroz koji moramo proći.

Prilikom formiranja konvoja služimo se povezivanjem i privezivanjem.

Povezivanje plovila: kada dva ili više plovila vežemo jedno uz drugo, bok uz bok, kažemo da su ta plovila povezana. Povezivanje plovila koristimo kod formiranja konvoja za nizvodnu i uzvodnu plovidbu. Povezivanjem bok uz bok možemo povezati dva, tri, četiri, ili više plovila.

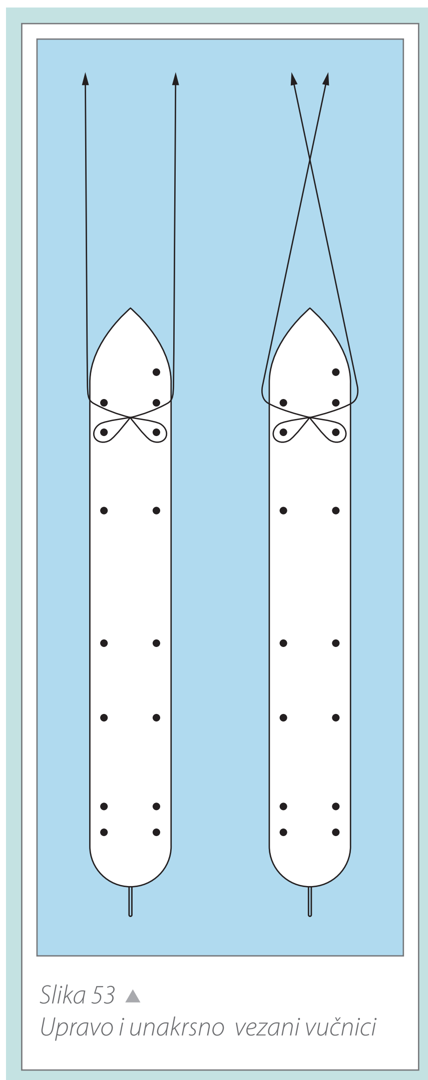
Privezivanje plovila: vezivanje plovila jedno za drugo nazivamo privezivanjem. Privezivanjem plovila jedno za drugo činimo uzdužni red ili brazdu.

6.6.1 ▸ FORMIRANJE TEGLJENIH KONVOJA

Uzvodna vuča sastavlja se radi manjeg otpora u uzdužni red (brazdu). Uzdužni red se sastavlja na način da se teglenice privezuju jedna za drugom. Ovakvim postupkom umanjuje se otpor, jer samo prva teglenica u brazdi trpi veći otpor, dok ostale idu jedna za drugom u stvorenom uzdužnom redu (brazdi). Prva teglenica koja prima vučnike s tegljača u pravilu treba imati najbolja manevarska svojstva i najveći gaz.

Dosadašnja praksa brodarenja pokazala je da je najbolji položaj vučnika za tegljenje kada se teglenica priveže na 1/6 svoje dužine, računajući od pramca. Da bi se smanjio otpor konvoja, daju se što duži vučnici i njihova dužina ovisi o prilikama na plovnom putu. Danas je uobičajeno da se vučnici daju u dužini od 50 do 100 metara.

Dva vučnika mogu se dati upravo i unakrsno (slika desno). U uzvodnom pravcu vučnici se daju upravo kada se vuča sastoji od više od jednog reda (brazde) da bi se na povoljnim mjestima za plovidbu mogla rastaviti radi smanjenja otpora. U praksi, ovisno o konvoju (sastavu), zapovjednik odlučuje kako će dati vučnike.



Slika 53 ▲
Upravo i unakrsno vezani vučnici

U nizvodnom putovanju, vučnici dužine 3 do 5 m daju se uvijek unakrsno radi pravilnijeg vođenja konvoja (sastava) za tegljačem.

Privezivanje teglenica jedne iza druge vrši se pomoću međuvučnika koji se daju ovisno o sektoru kroz koji se namjerava ploviti.

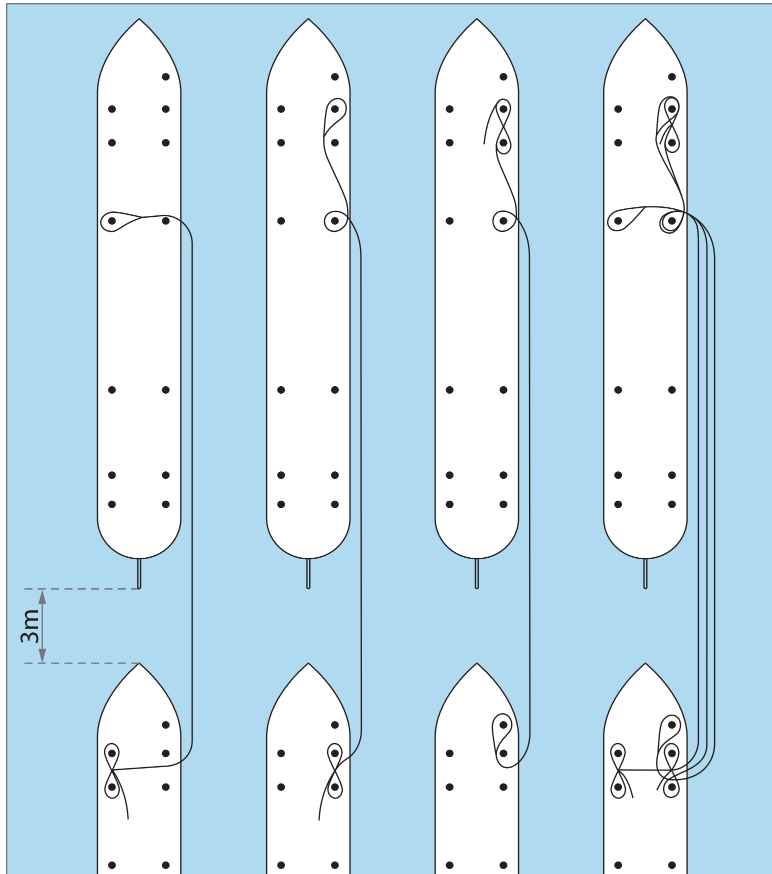
Prema jačini vodene struje, težini i veličini konvoja, broj međuvučnika iznosi od jedan do tri. Uglavnom razlikujemo tri vrste privezivanja: dugačko, srednje i kratko.

Dugačko privezivanje se primjenjuje na brzim dijelovima rijeka, zbog toga da se svako plovilo može zasebno provući kroz krivine, tjesnace i eventualne druge prepreke. Koristilo se donedavno na gornjem Dunavu. Kod dugačkog privezivanja razmak između teglenica, računajući od krme prednje teglenice do pramca zadnje, iznosi tri metra. Kod dugačkog privezivanja u pravilu se daju tri međuvučnika, i to na sljedeći način: prvo uže daje zadnja teglenica na prednju bitvu (vidi sliku). Ako je privezivanje između teglenica s desne strane, prvo uže ide od zadnje teglenice, i to od lijevih pramčanih bitava na drugu stranu između druge i treće bitve, a odatle na teglenicu ispred. Na drugoj teglenici ovo prvo uže čini polu-voj preko srednje desne na prednju srednju lijevu bitvu na koju se stavi omča. Drugo uže također daje zadnja teglenica na teglenicu ispred sebe, gdje se omča stavi na drugu desnu pramčanu bitvu. Pri izvezivanju, uže se vodi oko desne prednje srednje bitve, gdje čini cijeli voj, odakle ide na pramčane bitve zadnje teglenice gdje se veže s nekoliko osmica i

to između druge i treće bitve. Treće uže daje prva teglenica, uže se provuče ispod osmica i omča se stavi na drugu teglenicu i to na slobodnu pramčanu desnu bitvu zadnje teglenice.

Dio užeta na prvoj teglenici čini voj preko prednje srednje bitve, a osmice preko pramčanih desnih bitava.

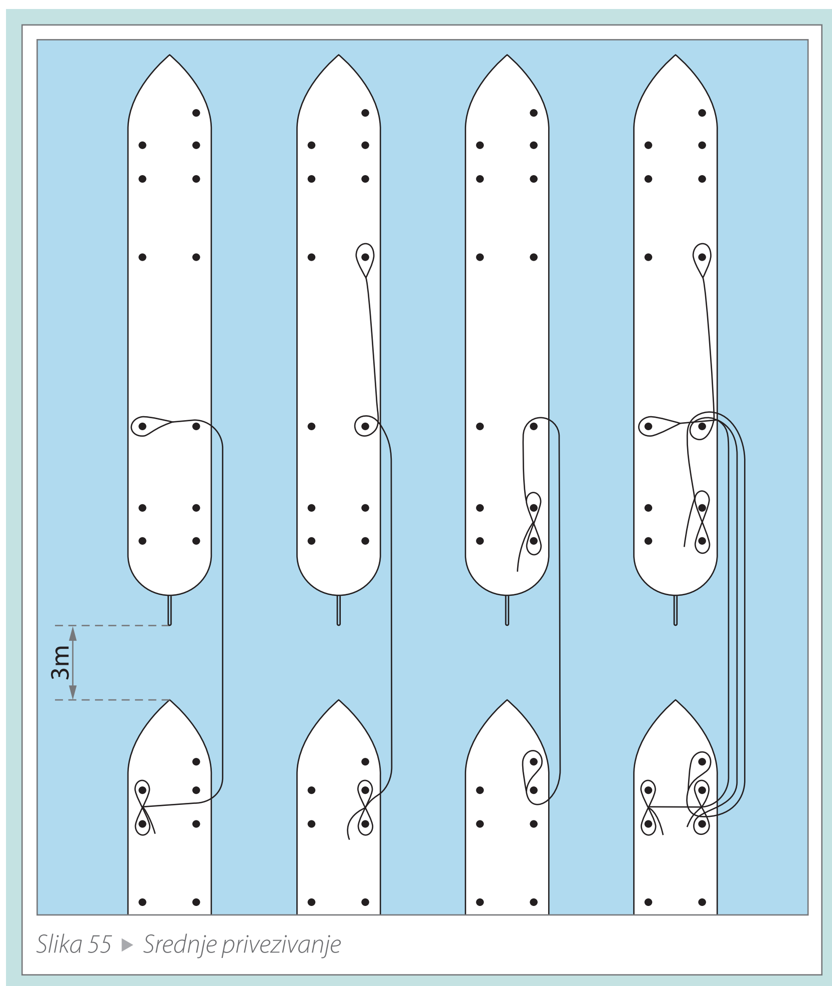
Prije nego se pristupi manevru dugačkog privezivanja, na kratko vrijeme se daje sa slobodnih bitava jedno uže, koje drži drugu teglenicu dok se ne obavi privezivanje. Kada su kormilari teglenica međusobno privezali svoju užad, pristupaju njihovu ravnanju, tako da sva tri užeta jednako nose i budu jednako opterećena.



Slika 54 ▸ Dugačko privezivanje

Srednje privezivanje, korišteno radi prevlačenja preko plićaka, kao i kod dugačkog privezivanja, radi se na način da prva teglenica daje jedno uže, a slijedeća daje dva užeta (vidi sliku). Prvo uže vodi od slijedeće teglenice s njezinih lijevih pramčanih bitava na drugu stranu između druge i treće bitve, a odatle na prvu teglenicu i to tako da oko zadnje srednje desne bitve čini polu-voj, prelazi na lijevu stranu teglenice, gdje se omča stavlja na zadnju srednju lijevu bitvu.

Drugo uže također ide s iste teglenice i to tako da se osmice nabace na drugu i treću pramčanu bitvu s desne strane, a uže ide dalje na prvu teglenicu gdje čini voj oko zadnje srednje desne bitve, a omča se stavlja na prednju srednju desnu bitvu.



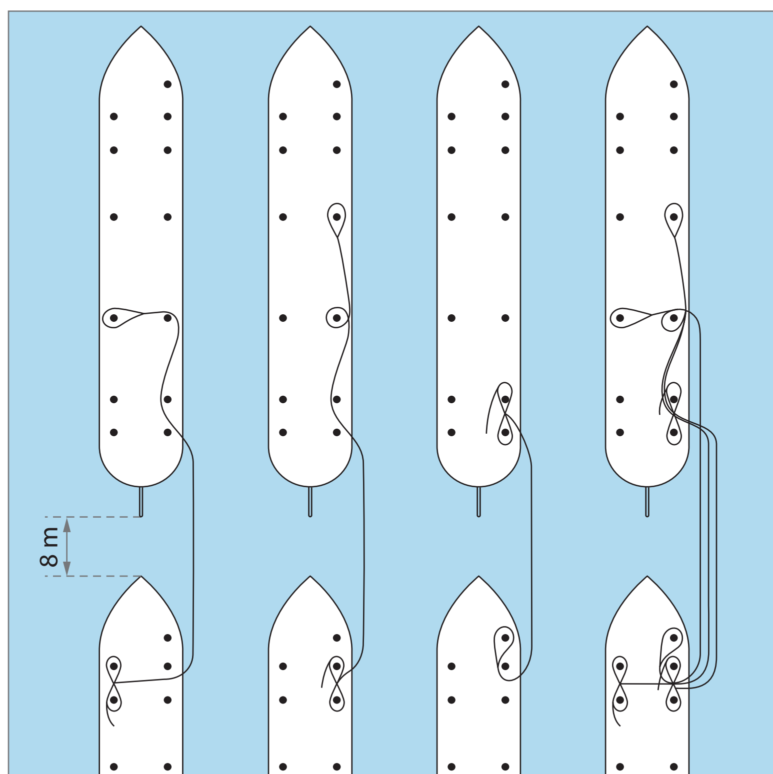
Slika 55 ▸ Srednje privezivanje

Treće uže ide s prve teglenice, tako da se osmice daju na zadnje desne bitve, dalje uže vodi i čini polu-voj oko zadnje srednje desne bitve i ide na slijedeću teglenicu, prolazi između druge i treće pramčane bitve s desne strane, oko druge bitve čini polu-voj, a omča se nabacuje na prvu pramčanu bitvu s desne strane.

Kod dugačkog i srednjeg privezivanja, razmak između teglenica iznosi tri metra.

Kratko privezivanje se vrši na sektorima jednoličnih vodenih strujanja, kakve imamo na srednjem i donjem Dunavu, Savi i Tisi.

Kod ovog načina privezivanja sa zadnje teglenice se daju dva, a sa prednje jedan međuvučnik. Prvo uže daje se od zadnje teglenice i to osmice na lijeve pramčane bitve, zatim uže ide na desnu stranu između druge i treće pramčane bitve, zatim dalje na teglenicu ispred, tako što prolazi između zadnjih bitava s desne strane, čini polu-voj oko zadnje srednje desne bitve, a omča se nabacuje na zadnju srednju bitvu na lijevoj strani. Drugo uže također daje



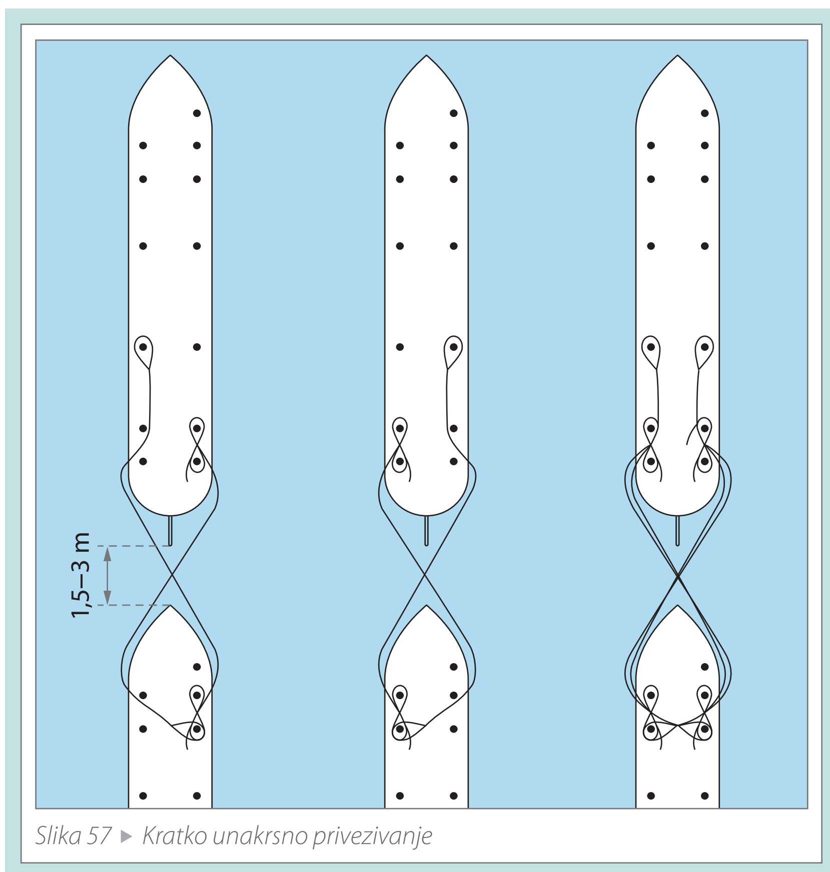
Slika 56 ▸ Kratko privezivanje

zadnja teglenica, tako što se osmice stavljaju na pramčane bitve s desne strane i to drugu i treću bitvu, uže dalje ide na teglenicu ispred sebe između zadnjih bitava s desne strane, zatim čini voj oko zadnje srednje desne bitve, a omča se nabacuje na desnu prednju srednju bitvu.

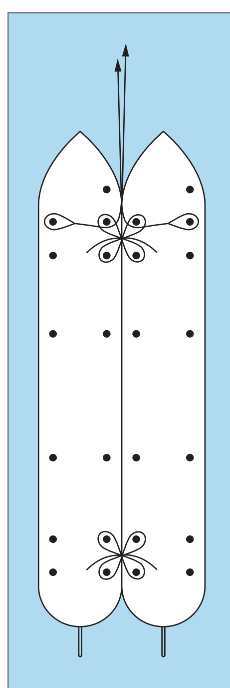
Treće uže daje prva teglenica i to osmice sa zadnjih desnih bitava, zatim uže ide na slijedeću teglenicu, tako što prolazi između druge i treće pramčane bitve s desne strane i omča se nabacuje na prvu pramčanu bitvu s desne strane. Ostale radnje su kao kod dugačkog i srednjeg privezivanja.

Kod kratkog privezivanja razmak između teglenica iznosi osam metara.

Kratko unakrsno privezivanje se uglavnom primjenjuje na gornjoj Savi, Dravi i kanalima. Vrši se na različite načine, ali najčešće je pritom razmak između teglenica dva do tri metra. Detalje ovog privezivanja vidi iz slike „kratko unakrsno privezivanje".



Slika 57 ▸ Kratko unakrsno privezivanje



Slika 58 ▲
Obično privezivanje

Povezivanje tegljenih konvoja (sastava)

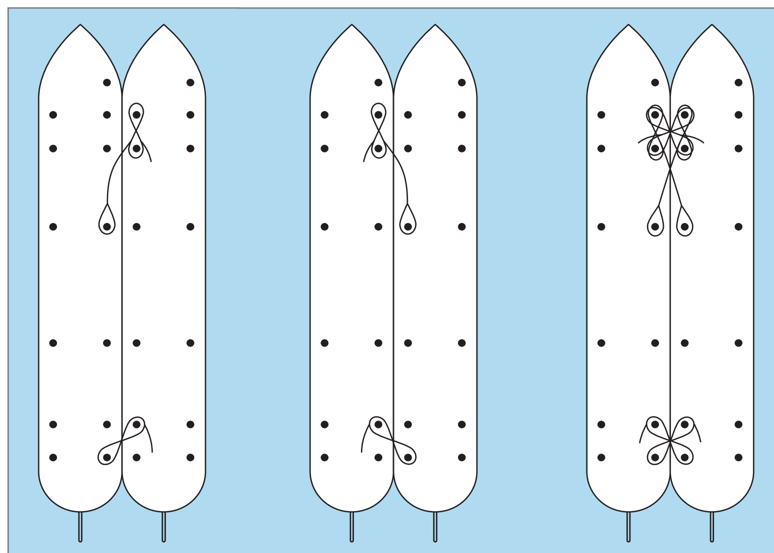
Kod uzvodne plovidbe uzdužni redovi (brazde) mogu biti sastavljeni i rastavljeni. Da se sastavljeni redovi ne bi rastavili moramo ih međusobno povezati. Cijeli konvoj mora među sobom biti čvrsto povezan i to uz one teglenice koje imaju na sebi vučnike s tegljača.

Ostale teglenice u konvoju povezuju se uz njih.

U praksi imamo *obično*, *čvrsto* i *čvrsto-kompaktno* povezivanje.

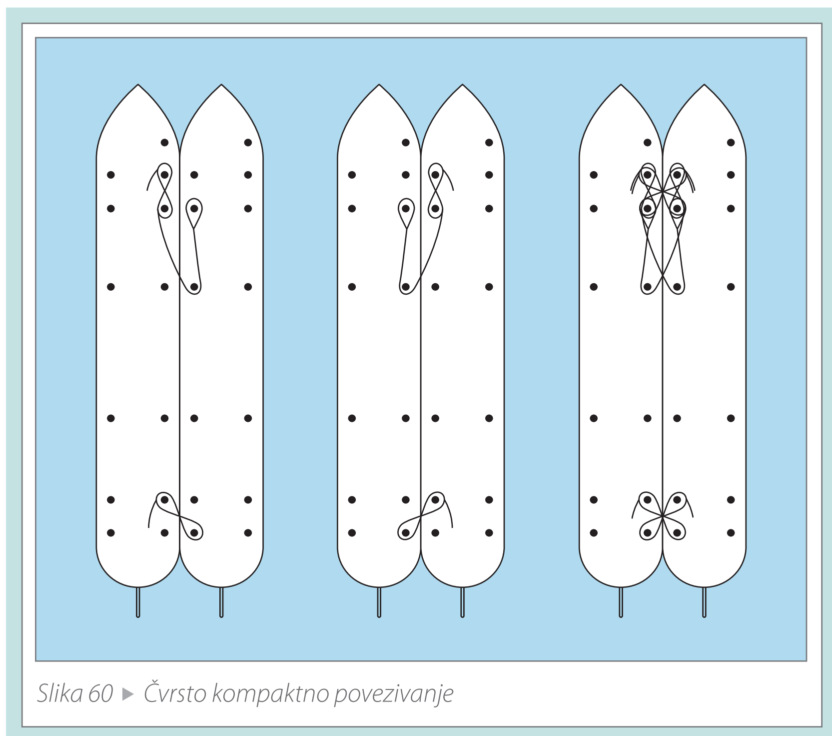
Obično povezivanje (slika lijevo) koriste teglenice na kojima se nalaze vučnici i međuvučnici pa nije potrebno uzdužno, već samo poprečno i unakrsno povezivanje.

Čvrsto povezivanje se koristi kod dužeg uzdužnog reda (brazde), kada se isti sastoji iz više od dva poprečna reda, i to isključivo kada su u pitanju lakša ili prazna plovila.



Slika 59 ▶ Čvrsto privezivanje

Čvrsto-kompaktno povezivanje se primjenjuje na brzim rijekama te se ovakvo povezivanje koristi za teretna plovila.



Slika 60 ▶ Čvrsto kompaktno povezivanje

6.6.2 ▶ FORMIRANJE POTISKIVANIH KONVOJA (SASTAVA)

Brod potiskivač i potisnice u potiskivanom konvoju, bez obzira na njihov broj, na to da li su utovarene ili prazne te da li su različitih dimenzija, moraju međusobno biti čvrsto povezani tako da čine jednu cjelinu – „brod“, što u teoriji potiskivanja u stvari i jesu.

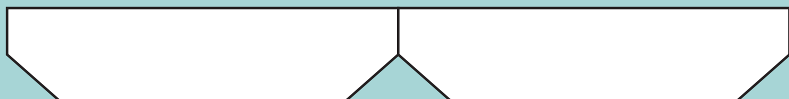
Da bi to postigli koristimo se povezivanjem i privezivanjem potisnica pritezanjem. Ovakav vez uglavnom se primjenjuje kod sastavljanja potiskivanih konvoja, i to uz pomoć priteznih vitala. Kako u našim brodarstvima još nisu udomaćeni stručni nazivi za ove načine veza, koristimo uobičajene nazive:

„*Sučeljavanje*“, pod kojim se podrazumijeva privezivanje dvije integralne barže tako da se barže svojim zadnjim (krmenim) dijelom priljube jedna uz drugu.



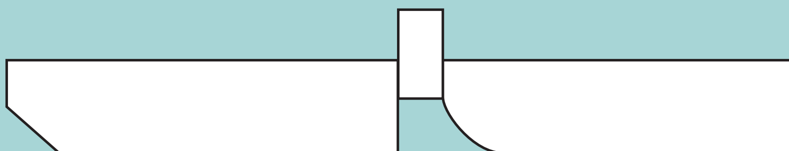
Slika 61 ▸ Sučeljavanje

„*Učeljavanje*“ (čelo uz čelo) je privezivanje dviju simetričnih barži „čelo uz čelo“.



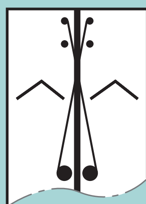
Slika 62 ▸ Učeljavanje

„*Uzimanje na ramena*“ je vezanje gurača sa konvojem (sastavom) barži.

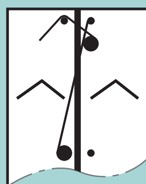


Slika 63 ▸ Barža na ramenima gurača

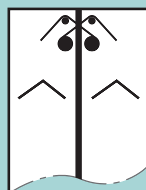
Isto tako potisnice se mogu međusobno povezati (bok uz bok) na tri načina:



Dugačko



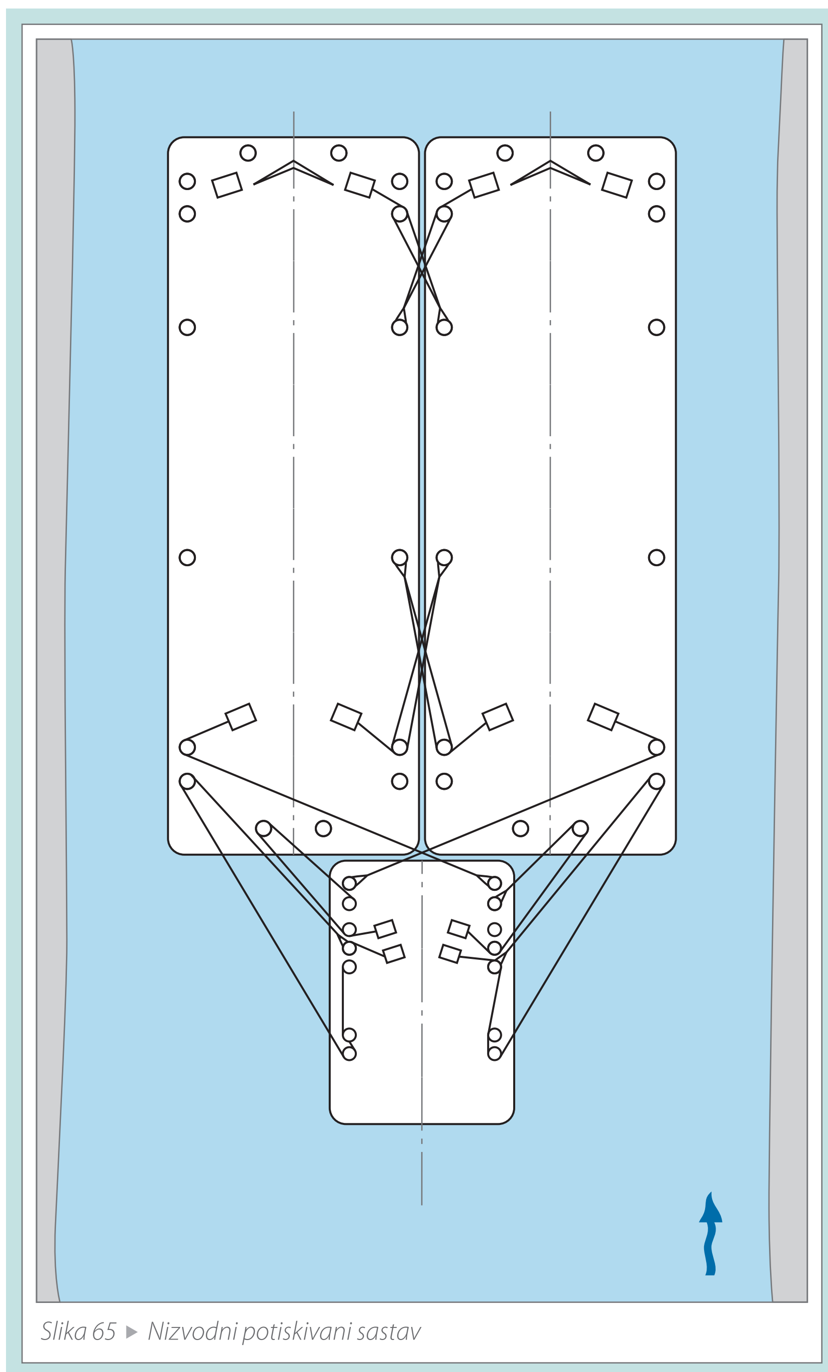
Kombinirano



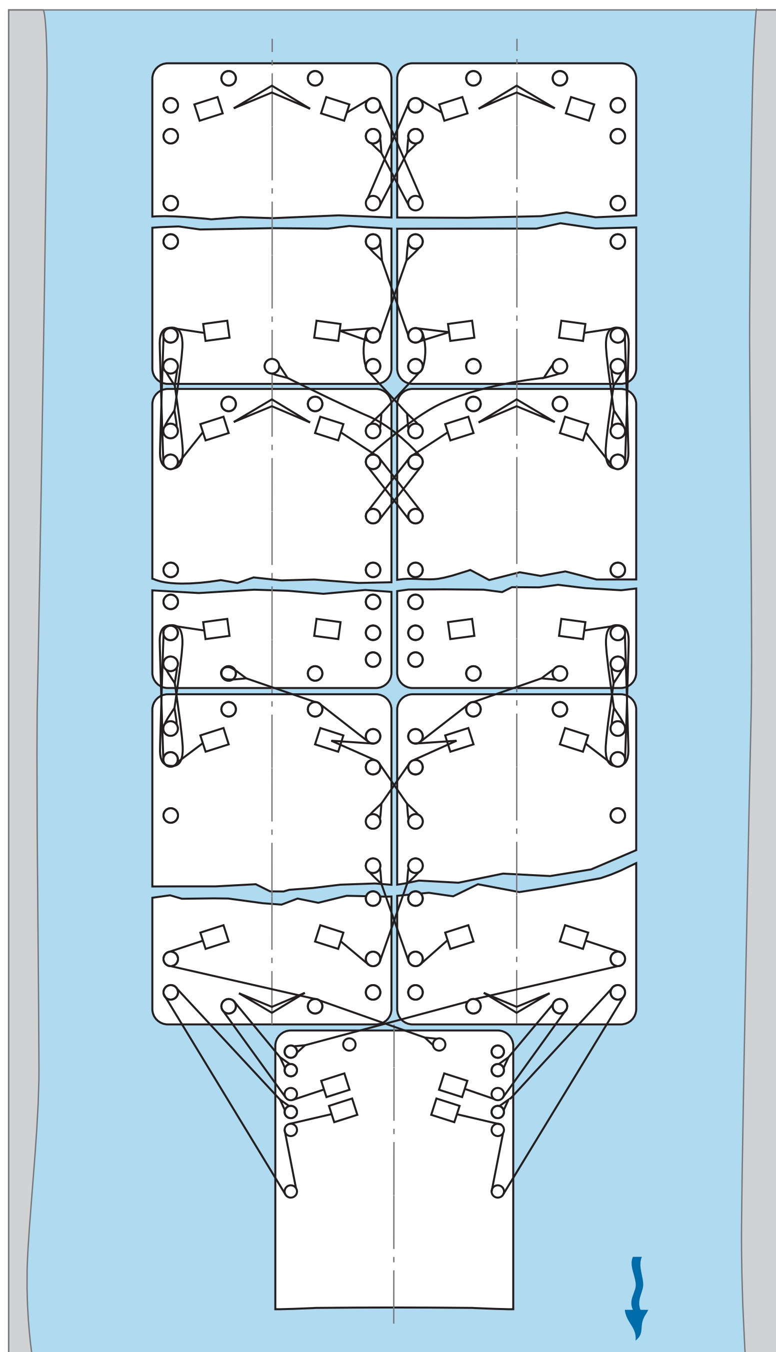
Kratko

Slika 64 ▸ Međusobno povezivanje potisnica (bok uz bok)

Na narednim slikama dani su primjeri formiranja potiskivanog sastava sa skicama užadi.



Slika 65 ▸ Nizvodni potiskivani sastav

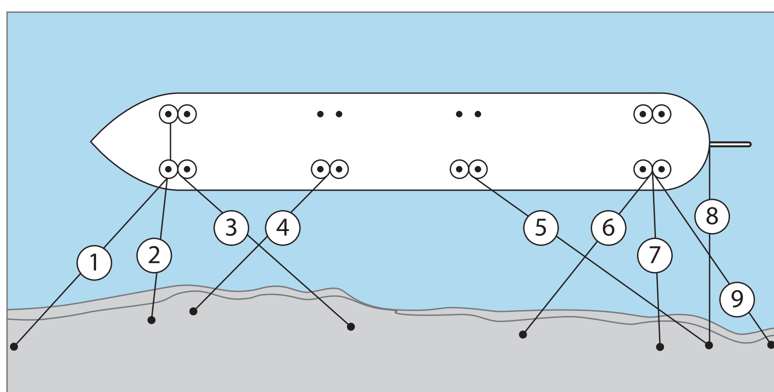


Slika 66 ▸ Uzvodni potiskivani sastav

6.7 ▸ IZVEZIVANJE (VEZ)

Izvezivanje ili vez je radnja koja se vrši u cilju pristajanja uz obalu. Ono se primjenjuje i zbog manipulacije robom kod utovara ili istovara, ulaza ili izlaza posade i putnika, u slučajevima kvara strojeva i slično.

Na donjoj slici prikazana je užad koja se koristi pri izvezivanju plovila na obalu:



1. pramčano obalno uže
2. pramčano bočno – subočno uže
3. pramčana uzda (prijeki-špreng)
4. prednje bočno uže
5. zadnje bočno uže
6. krmena uzda
7. krmeno bočno uže – subočno
8. krmeno potpasno uže
9. krmeno obalno uže

Slika 67 ▸ Izvezivanje plovila na obalu

- *Pramčano obalno uže*: ne dozvoljava pramčanom dijelu plovila prislanjanje pramca uz pristan ili obalu;
- *Pramčano bočno uže*: ne dozvoljava udaljavanje pramca od pristana ili obale;
- *Pramčana uzda (prijeki – špreng)*: ne dozvoljava uzvodno pomicanje plovila;
- *Prednje bočno uže*: kao i pramčano obalno uže, je noseće uže. Cijela težina plovila se oslanja na prednje bočno i pramčano obalno uže;

- *Zadnje bočno uže*: ima isto djelovanje kao i pramčana uzda;
- *Krmena uzda*: djeluje kao i prednje bočno, odnosno obalno uže;
- *Krmeno bočno uže*: služi da se krma ne udaljava od obale;
- *Krmeno potpasno uže*: služi za odvajanje plovila od pristana ili obale u ograničenim širinama plovnog puta (tzv. „Capraški okret“);
- *Krmeno obalno uže*: sprečava uzvodno pomicanje plovila.

Pored gore navedenih vrsta užadi, prilikom dužeg stajanja mogu se postaviti i odupirači na pramcu i krmi plovila. Inače se u praksi ne koristi istovremeno sva navedena užad. Na slici su navedene sve vrste užadi radi njihovog raspoznavanja i funkcije.

Užad koja se iznosi na obalu ili pristan stavlja se na bitve s omčom, a na obalu se izbacuju izbacačem. Svu navedenu užad treba postupno istezati i ne opterećivati više od dozvoljenog istezanja na vlak, jer prijeti opasnost od pucanja užadi, a ovo može nanijeti ozbiljne ozljede ljudima koji njima rukuju.

Na brzim vodama, posebice za teretna plovila, užad se udvostručuje. Ovu užad nazivamo duplin ili „kec“.

6.8 ▸ MANEVRIRANJE

Manevriranje je vještina upravljanja plovilom pri: isplovljenju, pristajanju, sidrenju, vezivanju, potiskivanju, tegljenju, spašavanju, nepovoljnim vremenskim prilikama itd. Temelji se na poznavanju načela manevra i na pravilnoj primjeni tih načela u praksi pri tom poznavajući manevarska svojstva plovila. Svaki zapovjednik prilikom plovidbe ili manevriranja mora znati karakteristike plovila – konvoja (sastava) kojim zapovjeda, a to su: vrsta plovila (tegljač, potiskivač, samohotka ili dr.), gabariti konvoja (sastava), gaz konvoja i manevarske sposobnosti konvoja. Pri kormilarenju se u svakom trenutku mora znati što nas očekuje u obavljanju plovidbenog zadatka. Tu se prvenstveno misli na elemente plovnog puta kao što su: širina, dubina, polumjer krivine i površinska brzina vode. Uz poznavanje svega navedenog zapovjednik mora biti maksimalno koncentriran (disciplina vožnje i predostrožnost prilikom vožnje i manevara).

Najvažnija manevarska svojstva plovila su:

- Sposobnost zaustavljanja ili zalet „head reach" je put koji plovilo prijeđe dok se ne zaustavi od trenutka kada se da „stoj" i zaveze svom snagom „krmom". Zalet se određuje za sve režime motora, a bilježi se i vrijeme trajanja. Određuje se koristeći orijentire na obali. Slobodni zalet je put koji plovilo napravi od trenutka kada se da „stoj" dok se sam ne zaustavi;
- Vrijeme prelaska rada stroja iz hoda „naprijed" u hod „krmom" određuje se za sve režime vožnje i bilježi se zajedno sa vremenom zaleta. Veoma je različito ovisno o vrsti pogona i vrsti propelera. Na dosta suvremenih plovila je ugrađen „pitch" propeler sa zakretnim krilima koji smanjuje to vrijeme i ne traži reverzibilni motor;
- Veličina kruga okreta je krug koji plovilo opiše ploveći konstantnom brzinom i određenim kutem kormila (turning cirkle), a određuje se za sve režime vožnje i otklone 10, 20, 30 te za maksimalni otklon. Istodobno se bilježi i vrijeme okreta (turning time);
- Mogućnost okreta u mjestu, a moderno doba je i tu donijelo novine „bow" i „stern trusteri" te time bitno doprinijelo manevarskim sposobnostima.

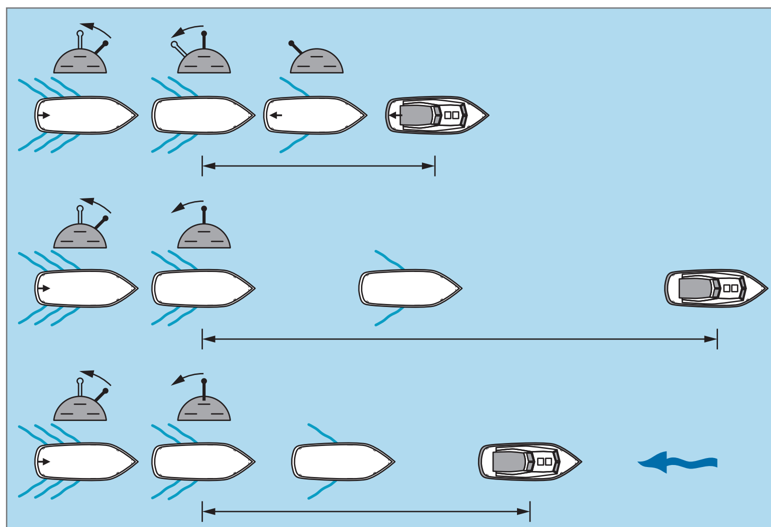
Pored poznavanja manevarskih svojstava potrebno je i poznavanje manevarskih uređaja kao što su:

- Sidreni uređaj koji u mnogočemu olakšava manevar i čini ga sigurnijim. Kod otkazivanja pogona u presudnim momentima jedino sidro može spasiti plovilo od havarije;
- Vitlo i sredstva za vezivanje čiji raspored i način korištenja zapovjednik (i posada na palubi) mora dobro poznavati i pravilno koristiti;
- Uređaj za rezervno i kormilarenje u nuždi što podrazumijeva periodično aktiviranje i prekretanje, kao i izvođenje redovnih vježbi korištenja istih što se bilježi u brodskom dnevniku;
- Sustav komunikacije (veze) na plovilu koji se koristi prilikom manevara (most-pramac-krma; most-stroj-rezervna kormilarska postaja i slično). Na velikim brodovima ovo je od izuzetne važnosti jer se s mosta (kormilarnice) ne vide svi dijelovi plovila i svi koji sudjeluju u manevru. U moderno doba koristi se bežična interna brodska veza.

Upravljanje plovilom pri manevru podrazumijeva omogućavanje njegovog preciznog kretanja u odnosu na obalu, drugo plovilo i slično. U unutarnjoj plovidbi proces vođenja plovila se sastoji od gotovo neprekidnog manevriranja koji obuhvaća okrete, mimoilaženja (prestizanje i susretanje), prilaske obali ili pristanu, ulaske u prevodnicu i izlaska iz nje i slično.

Kako je plovilo uvijek jednim dijelom u vodi, na njega djeluju struja toka, valovi, blizina dna ili obale i vjetar. Osim toga, na plovilo djeluju i unutrašnje sile: propulziona, sila kretanja, sila užadi za vez i sidrena užad. Zbog svega toga potrebno je poznavati djelovanje svih sila kako bi se njihovo djelovanje prilikom manevriranja moglo primijeniti, a štetni utjecaj umanjiti ili spriječiti ukoliko je moguće. Manevriranje se ne može učiti i razumjeti samo teorijskim razmatranjima, iako ona služe kao osnova, nego i praktičnim radom i vježbom.

Inercijsko svojstvo plovila zrcali se u nedovoljno čvrstom spoju s okruženjem – vodom, što rezultira vrlo sporim zaustavljanjem i prevaljivanjem određenog zaustavnog puta koji ovisi o smjeru struje vode te jačini i smjeru vjetra. Taj se zaustavni put može skratiti promjenom režima rada pogonskih strojeva (što se koristi kod manevriranja) te doziranjem snage strojeva, sukladno trenutnim uvjetima u plovnom putu.



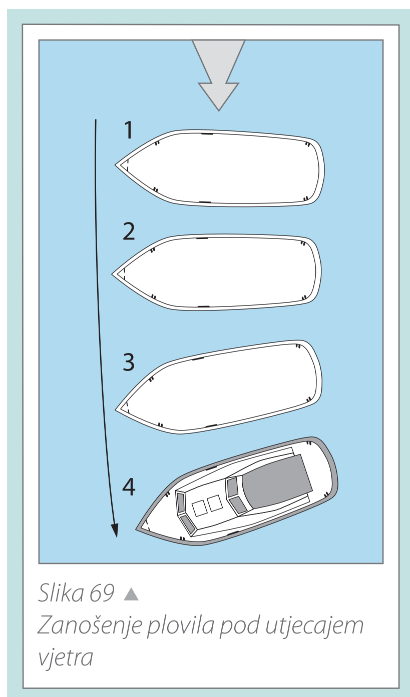
Slika 68 ▸ U režimu rada iz vožnje napred u vožnju krmom; od trenutka zaustavljanja pogona u uvjetima mirne vode; od trenutka zaustavljanja pogona u uzvodnoj plovidbi

6.8.1 ▸ MANEVARSKA SVOJSTVA PLOVILA

Manevarska svojstva (osobine) plovila su ona svojstva koja mu omogućuju da pomoću određenih karakteristika, mijenja pravac i brzinu svoga kretanja pri utjecaju propulzije i kormilarskog uređaja. Osim stručne osposobljenosti osobe koja izvodi manevar, brzina i sigurnost manevra izravno ovise i o manevarskim osobinama plovila. Među čimbenicima o kojima ovisi manevarska sposobnost plovila, najznačajnije su njegove konstruktivne karakteristike: dužina, oblik i širina trupa, vrsta propulzora i kormilarskog uređaja itd. Osim toga, manevarska svojstva ovise i o vanjskim faktorima kao npr. snažnom bočnom vjetru.

Manevarska svojstva plovila umnogome ovise i o broju i vrsti propulzora i uređaju za upravljanje. Tako, na primjer, plovilo s ugrađena dva propelera i pomoćnim kormilarskim uređajem ima znatno bolju manevarsku sposobnost. Suvremena plovila posjeduju dodatne propulzore za bočne manevre, ranije spomenute tzv. „bow" i „stern truster" s kojim su bočna pomicanja postala sigurna i jednostavna, a ugrađuju se kako na pramcu, tako i na krmi plovila.

Pokretljivost plovila označava brzinu plovidbe koja se osigurava radom propulzora.



Slika 69 ▲
Zanošenje plovila pod utjecajem vjetra

Zanošenje počinje kada se plovilo prestane kretati iako ono postoji i pri kretanju, a kompenzira se dodavanjem ili oduzimanjem kursa. Zanošenje ovisi najviše o struji vode i vjetru te je u izravnoj vezi s formom trupa plovila (podvodni dio i nadgrađe). Brodovi s malim gazom i većim nadgrađem (gliserska forma) pod jakim utjecajem vjetra jako će se zanositi (posebno pramčani – lakši i manje uronjeni dio), dok će plovila s dubljim gazom (deplasmanska forma) imati manje zanošenje uslijed otpora vjetru koji pruža uronjeni dio trupa.

Upravljivost plovila je njegova sposobnost da se održi na kursu ili da promijeni pravac kretanja upotrebom kormilarskog uređaja. Karakteristike upravljivosti plovila su okretljivost i stabilnost u kursu. Okretljivost je sposobnost plovila da prema želji nautičara promijeni pravac kretanja pod utjecajem kormilarskog uređaja. Stabilnost na kursu znači sposobnost plovila da zadrži pravac svog kretanja po zadanom kursu, suprotstavljajući se pri tome vanjskim silama koje djeluju na skretanje s utvrđenog kursa. Pod stabilnim plovilom na kursu smatra se ono, koje radi osiguranja pravolinijskog kretanja, zahtijeva 4 do 6 djelovanja na kormilo u jednoj minuti za kut 2° do 3°, pri čemu odstupanje plovila od kursa ne treba prijeći 2° do 3°. Krivudanje je odstupanje plovila od zadanog kursa, a osnovni razlozi zbog kojih se to dešava su: postojanje bočnog nagiba, ograničene dubine i širine plovnog puta te djelovanja vjetra, riječnog toka i valova.

6.8.2 ▸ METEOROLOŠKI I HIDROLOŠKI UTJECAJ

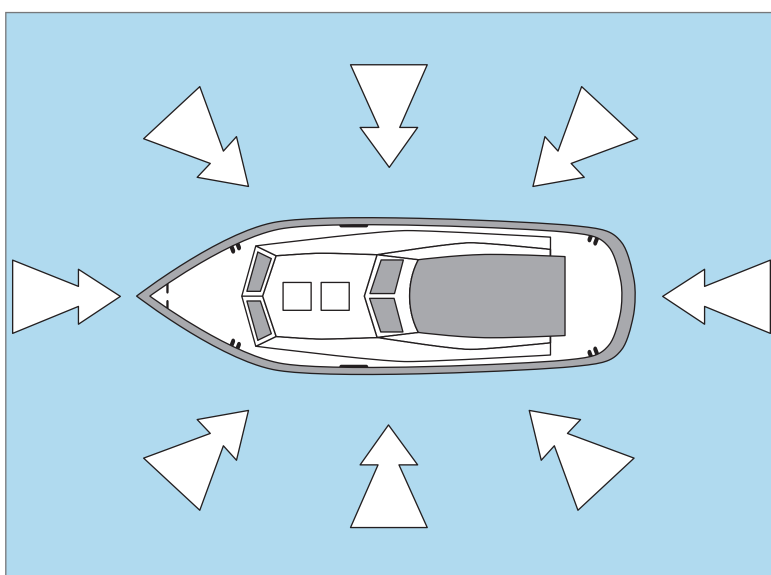
Meteorološki i hidrološki utjecaj na manevarske osobine plovila nije zanemariv i dobar nautičar, bez obzira na to da li je na čamcu, manjem plovilu, jahti ili većem plovilu, ne smije zanemariti utjecaj vjetra na plovilo. Vjetar može djelovati takvom snagom na nadvođe i dio visokog nadgrađa da oteža ili sasvim onemogući izvršenje i najjednostavnijeg manevra. Vjetar ima posebno jak utjecaj na riječna plovila u odnosu na morska jer riječna plovila imaju mnogo manji gaz.

Ovisno o pravcu puhanja vjetra prema plovilu, definiraju se njihovi nazivi: vjetar koji puše izravno po pramcu naziva se „pramčani", onaj koji puše po krmi naziva se „krmeni", a s boka puše „bočni" vjetar. Ako vjetar puše između pramca i boka kaže se da puše „u po pramca" ili „u po krme" ako puše između krme i boka plovila.

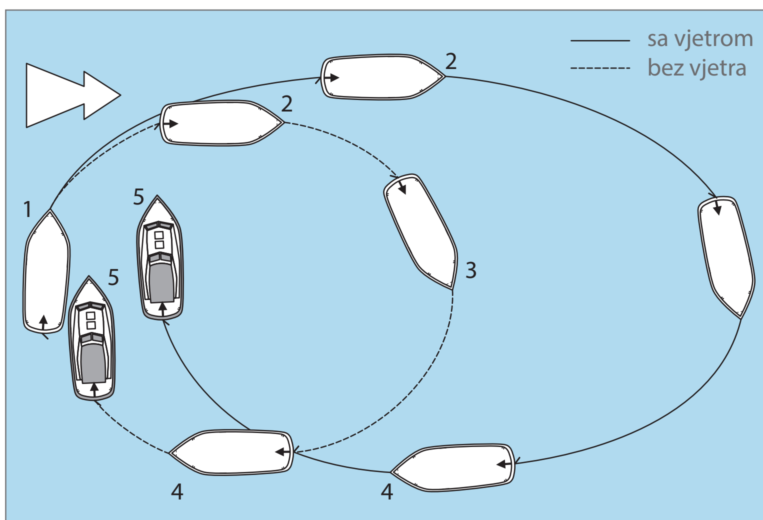
Svaki vjetar koji udara u plovilo u vožnji stvara zanos, osim ako puše točno po pramcu te smanjuje brzinu plovidbe, ili ako puše u krmu i time povećava brzinu plovila. Vjetar koji stvara bočni zanos može postaviti brod u položaj „poprijeko" u slučaju nepomičnog plovila. Međutim kada plovilo plovi naprijed, pramac će se teško okrenuti u vjetar iz bočnog položaja jer pramac malo gazi pa mu vjetar ne dozvoljava da se okreće. Kada plovilo plovi krmom, krma će se, naprotiv, vrlo lako okrenuti u vjetar, jer vjetar brzo zanese u zavjetrinu lagani pramac, baš poput jedra. Dakle ako se pri bočnom vjetru vozi krmom, vjetar će nastojati okrenuti krmu u vjetar, a pramac niz vjetar.

Vjetar je jedan od najznačajnijih faktora kod planiranja manevra. Ako isplovljavamo s bočnim vjetrom koji puše sa obale, a plovilo je s malim pramčanim gazom, njegov je utjecaj često jači od utjecaja izboja pri vožnji krmom.

Ako želimo smanjiti utjecaj vjetra na manevar, sve se radnje moraju izvršiti energično i brzo. Što je manevar sporiji i neodlučniji, brod je duže izložen djelovanju vjetra.



Slika 70 ▸ Pravci iz kojih vjetar djeluje na nadvođe i nadgrađe plovila



Slika 71 ▸ Prikaz putanje okreta pri mirnom vremenu i jakom vjetru uz konstantan pogon

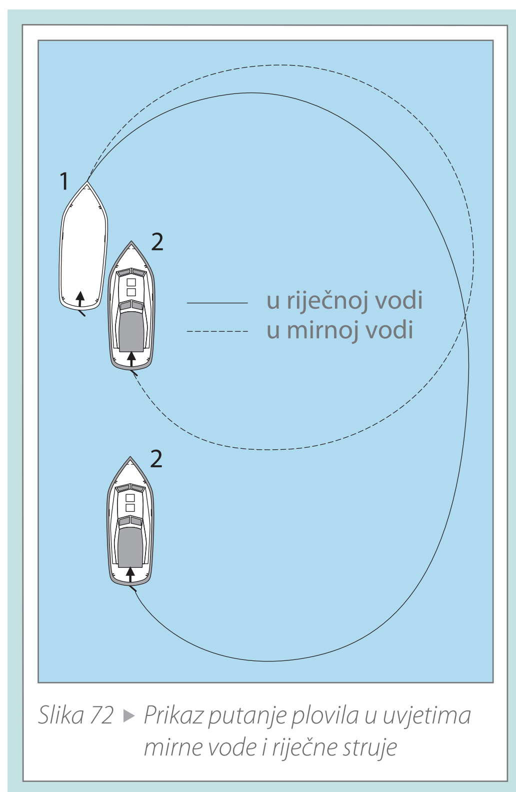
Najnepovoljniji utjecaj na sigurnost plovidbe ima „košava" koja djeluje i na dijelu donjeg toka rijeke Save sve do Sremske Mitrovice. Puše iz smjera jugoistoka i dostiže na udare brzinu i do 100 km/h. Kada dolazi u sektor gdje pušu vjetrovi, nautičar bi trebao poznavati prvo, karakteristike svog plovila: stabilitet, manevarske osobine, efektivnu snagu pogona, visinu slobodnog boka i nadvođe koje je izloženo vjetru, i drugo, uvjete plovidbe u sektoru u koji ulazi (moguću jačinu vjetra i visinu valova). Na osnovi tih informacija i svog iskustva, odlučit će o ulasku u sektor ili će prekinuti plovidbu i sačekati smirivanje meteorološke situacije. Ukoliko se radi o malom plovilu, nautičar mora, na osnovi dostupnih informacija i svog plovidbenog iskustva, odlučiti da li će nastaviti plovidbu ili će u povoljnom trenutku prekinuti plovidbu i skloniti se u zavjetrinu do smirivanja situacije. Plovidba i manevri u takvim se slučajevima moraju izvoditi radi izbjegavanja izravnog udara vjetra i valova, a pristajanje vršiti uz vjetar, naravno, ako to situacija dozvoljava.

U ljetnim mjesecima često dolazi do iznenadnog nevremena praćenog snažnim vjetrom, ponekad olujne snage. Svakako, nevrijeme ne može biti apsolutno iznenadno jer mu prethode neke pojave bar petnaest minuta ranije. Tlak zraka naglo pada, nebo se zacrni, zrak postaje težak i slično. U takvim slučajevima, ako je plovilo u pokretu, preporučljivo je skloniti se pod obalu (brežinu) ili neko drugo mjesto u zavjetrini. Nakon toga se osigurava i pokretna oprema na palubi da je vjetar ne bi odnio. Na isti način treba osigurati brod i prilikom noćenja na otvorenoj rijeci, jer nevrijeme koje nastupi tijekom noći može iznenaditi i najiskusnije. Osim toga i valovi plovila u prolazu mogu neugodno iznenaditi, pogotovo ako je plovilo vezano ili usidreno u blizini plovnog puta. Valovi se na rijekama ne mogu razviti u velikoj mjeri kao na moru te ne stvaraju bitnu prepreku za plovidbu, izuzev u zonama uzvodno od brana i na jezerima. Međutim, valovi nastali od putničkih plovila velike snage i gabarita, za mala plovila mogu predstavljati neugodnu pojavu.

Utjecaj struje riječnog toka: Manevarska svojstva plovila u struji se ne mijenjaju pa se i njegova osjetljivost u jednoličnoj struji ne mijenja, ali se pri tome mora znati da se voda kreće zajedno s plovilom. Ako bi, na primjer, brod plovio u mirnoj vodi brzinom od 10 km/h, on bi u odnosu na obalu plovio istom tom brzinom, što znači da brzina kroz vodu i u odnosu na dno iznosi 10 km/h. U slučaju plovidbe protiv struje, koja teče brzinom od 4 km/h, brod bi i dalje plovio brzinom od 10 km/h, ali bi u odnosu na obalu, vozio

samo 6 km/h. U nizvodnoj plovidbi brzina toka bi se pridodala pa bi brzina u odnosu na obalu (brzina preko dna) iznosila 14 km/h. Isto tako se razlikuje krug okretanja kroz vodu i preko dna. Prvi je u jednoličnoj struji točno onakav, kakav je u mirnoj vodi, jer struja nosi plovilo kao i čestice vode oko njega. Krug preko dna je, međutim, razvučen niz struju. Ukoliko krug okreta duže traje, struja duže zanosi plovilo. Okretanje broda uz i niz vodu je različito. Okret za uzvodno daje znatno razvučeniji luk kruga okreta nego što je to u slučaju nizvodnog okreta. Dužina luka kruga okreta ovisi o brzini vodene struje i vremenu koje je potrebno za okret.

Okret plovila, jedan od važnijih manevara za čije je izvođenje u skučenom akvatoriju često potrebno mnogo vještine, iskustva i znanja. Manevriranje je vještina koja se, kao i svaka druga, usavršava radom pa je za uspješno manevriranje brodom potrebno iskustvo. Ipak, i vještina i dobar osjećaj za prostor i gibanje mogu biti nedostatni ako zapovjednik nema potrebnog znanja te npr. u skučenom prostoru pogrešno ocijeni položaj točke okretišta, ili pogrešno procijeni potreban prostor za izvođenje manevra punog okreta. Mora se znati kako se promjer kruga okreta u plitkoj vodi može više nego udvostručiti te da se krug okreta može znatno deformirati i izdužiti pod utjecajem vjetra (okomito na vjetar) ili pod utjecajem struje (u smjeru struje). Dobar zapovjednik u svakom trenutku mora znati pravilno procijeniti položaj točke okretišta. Mnogo udara i nasukanja dogodilo se upravo zbog nepoznavanja položaja ili zanemarivanja promjene položaja točke okretišta pri manevriranju u ograničenom prostoru.



Slika 72 ▸ Prikaz putanje plovila u uvjetima mirne vode i riječne struje

U brodarstvu se umjesto riječi „okretanje“ često koristi riječ „rondo“ (rondeau), koja je ostala iz starih vremena zajedno s mnogim drugim stranim izrazima i riječima. Prilikom istovremenog djelovanja sila vjetra i toka, radi održavanja plovila u kursu, potrebno je držati se principa vođenja plovila po liniji rezultante djelovanja tih sila. Rezultanta se sasvim približno utvrđuje i vizualnim putem, a uspjeh izvođenja manevra u takvim uvjetima, u pravilu, ovisi o znanju i vještini nautičara.

Utjecaj male dubine se reflektira u povećanju gaza jer nailaskom na malu dubinu dolazi do *„uronjenja“* ili *„dinamičkog spuštanja“* plovila. Ukoliko je razmak između dna plovila i dna rijeke manji i ako je brzina kretanja veća, uronjenje postaje veće. Nastavkom kretanja u uvjetima male dubine i velike brzine povećavat će se ukupni otpor vode, a smanjivati brzina plovidbe, što će na krmi stvoriti krmeni val „brod vuče vodu“, a uronjenje dostići maksimum. Da bi se poništile ove negativne pojave, neophodno je smanjiti brzinu kretanja na plitkim djelovima plovnog puta.

6.9 ▸ VOĐENJE PLOVILA – NAVIGACIJA

Vođenje plovila – navigacija, zahtjeva kombinaciju stečenog teorijskog znanja, praktično uvježbanih postupaka i posebnu pripremu za svaki poduhvat te uz određene godine prakse čini zrelog i iskusnog nautičara. Sastoji se od tri faze i to:

- Utvrđivanje trenutne pozicije plovila u odnosu na plovni put i obalu;
- Izbor kursa i brzine;
- Vođenje plovila po izabranom kursu.

Ovisno o plovnom putu, razlikuje se plovidba u: riječnim uvjetima, kanalima, prirodnim jezerima, akumulacijskim jezerima uzvodno od brane, kao i na dijelovima rijeke neposredno pred ulijevanje u more. S meteorološkog gledišta plovidba se može odvijati u uvjetima dobre i ograničene vidljivosti (magla, padaline i dr.), odnosno po mirnom i vjetrovitom vremenu. U plovidbi se, generalno primjenjuju dvije metode vođenja plovila: instrumentalna i vizualna, posebno ili u kombinaciji.

Vizualna metoda se najčešće primjenjuje pri plovidbi na rijekama, kanalima i akumulacijskim jezerima, a karakterizira ju to da pri kretanju u uvjetima jasne vidljivosti obala i plovidbenih oznaka, nautičar vizualno utvrđuje poziciju orijentirajući se prema oznakama i karakterističnim točkama na obali, koje uspoređuje s plovidbenom kartom.

Instrumentalna metoda se u unutarnjoj plovidbu uglavnom primjenjuje na širokim plovnim putovima (velike rijeka i jezera) odnosno kada nema vizualnog kontakta s obalama, a uglavnom podrazumijeva integrirano korištenje radara, dubinomjera i brzinomjera. Isto tako se primjenjuje noću i u uvjetima bitno smanjene vidljivosti (magla, jake oborine i slično). Uvođenjem RIS-a, instrumentalno vođenje plovila primjenjivat će se u većoj mjeri nego je to danas na unutarnjim vodnim putovima.

Ograničena plovidba se obavlja u blizini mjesta boravka ili držanja plovila, za kratke dnevne izlete, a plovi se po iskustvu, gdje se vizualno prepoznaju karakteristična mjesta na obali i plovnom putu, kao i opasnosti u plovnom putu. Za ovaj način plovidbe dovoljne su informacije o vodostaju i vremenskoj prognozi, a plovilo se oprema minimalnom opremom kao što je: dvogled, lec, čaklja, ispolac, pojasevi za spašavanje, rezervni pribor i alat za motor itd. Ovaj način vođenja primjenjuju gotovo svi vlasnici manjih plovila i čamaca.

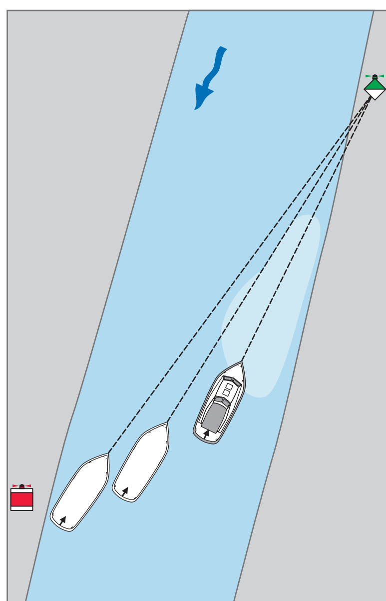
Vođenje plovila u obalnoj plovidbi je vještina vođenja na dužim dionicama, gdje se plovni put tek upoznaje ili slabije poznaje. Zbog toga je, prije plovidbe, potrebno izvršiti određene pripreme u smislu upoznavanja plovnog puta i njegove obilježenosti. Informacije o plovnom putu i uvjetima plovidbe pružaju plovidbene i hidro-tehničke karte, daljinar kao i druga pomagala u plovidbi. Nautičar će naravno koristiti i svoje bilješke s ranijih plovidbi, ali i bilješke i iskustva drugih nautičara s većim iskustvom za konkretnu dionicu.

U nizvodnoj plovidbi, kada nema drugih plovila, nautičar može ploviti sredinom plovnog puta gdje je približno i matica, struja toka rijeke najizraženija te po uočavanju plovila ili sastava izvršiti manevar postavljanja na rub plovnog puta, a ako je potrebno i izvan njega birajući pri tom dijelove rijeke gdje je struja toka najslabija. U slučaju potrebe, malo plovilo može proći i s druge strane plovne oznake, ali se pri tome mora imati na umu da se, po pravilu, one postavljaju na dubinama od oko 2,5 m.

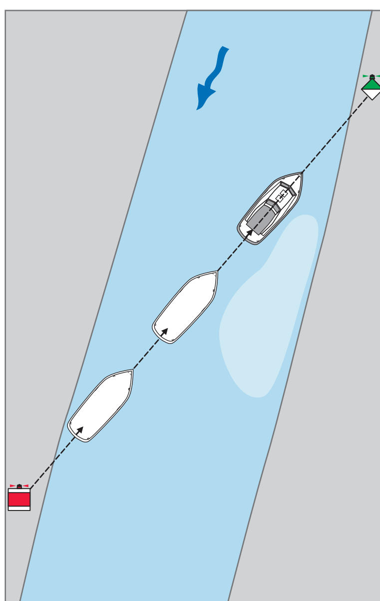
Stjecanjem iskustva i potpunijim upoznavanjem sektora plovidbe, mala plovila će uzvodno ploviti izvan plovnog puta ili u njegovoj blizini, uz konveksnu obalu, ispod ada, ispod sprudova i regulacijskih građevina, a iznad njih kada to dozvoljava vodostaj, kao i na svim mjestima gdje je vodena struja najslabija. Takav način plovidbe, u brodarstvu se naziva „pajsovanje“, a mali ga čamci i plovila s malim gazom mnogo lakše primjenjuju.

Kod utvrđivanja svog položaja obvezno se uzimaju dvije orijentacijske (oslone) točke – obalna ili plovna oznaka, na obali karakteristično drvo ili objekt i to po pramcu i po krmi. U protivnom, samo jedna oslona točka može dovesti plovilo izvan željene trajektorije – linije plovidbe, na primjer, između dva spruda ili napera.

Plovidba u mirnoj vodi (plovidba bez utjecaja toka rijeke) izvodi se po kanalima (gdje postoji slaba, zanemariva struja vode), na djelovima rijeka na kojima su izgradnjom brana uzvodno stvorena akumulacijska jezera, a vođenje plovila je jednostavnije i lakše. Međutim, na ovim plovnim putovima javljaju se problemi u orijentaciji. Naime, jedan od parametara za orijentaciju je tok rijeke, a kada toga nema i ako se ne poznaju dovoljno obale ili ade, a ne raspolaže plovidbenom kartom, nautičar se lako dezorjentira, naročito pri naglom prekidu plovidbe. Nautičar može izgubiti orijentaciju i u tekućoj vodi, kada se u uvjetima guste magle iz vidnog područja istovremeno gube obe obale.



Slika 73 ▲
Nesigurna plovidba s jednom oslonom točkom – velika mogućnost nasukanja



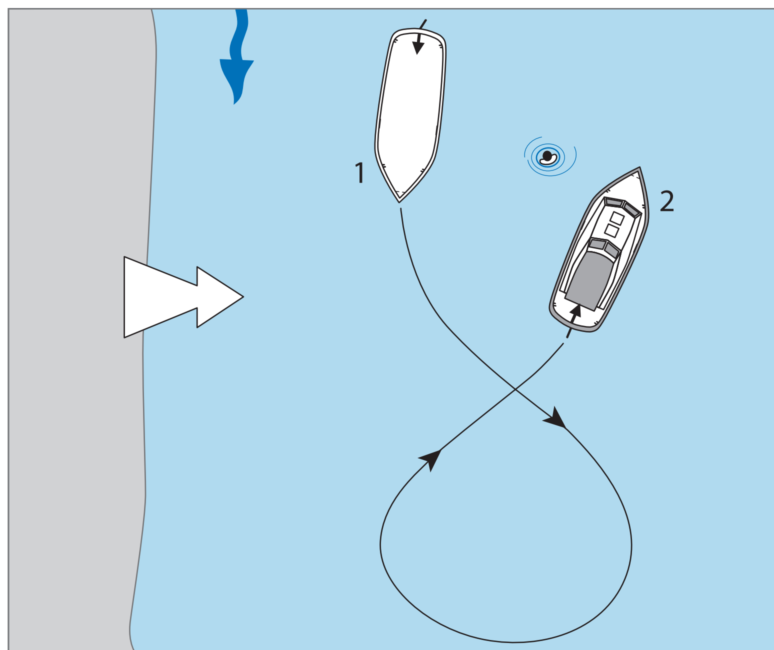
Slika 74 ▲
Plovidba s dvije oslone točke (pokriveni smjer) – sigurno vođenje

Kurs plovila je na rijeci smjer kretanja u odnosu na obalu, plovni put ili druge objekte koji plove ili stoje vezani/usidreni. Izbor sigurnog kursa se sastoji u određivanju najpovoljnijeg pravca kretanja, uzimajući u obzir: karakteristike sektora, položaj ada, sprudova, prepreka na plovnom putu, jačinu struje vode, postojanje limana, obim i frekvenciju prometa itd.

Kada plovilo tijekom plovidbe izađe iz zadatog kursa, razlog može biti subjektivan – greška pri kormilarenju, ili objektivan – utjecaj vjetra, valova, vodene struje, limana ili namjernog skretanja zbog nailaska konvoja i sl. Kurs se korigira odgovarajućim manevrom pogonom i kormilom, a ako je moguće novim orjentacijskim točkama.

Manevar spašavanja čovjeka u vodi razmotrit ćemo u ovom poglavlju zbog izrazito manevarskog karaktera i on se uvježbava kada god to prilike dozvoljavaju. Podizanje čovjeka iz vode veoma je složen manevar, posebno tijekom plovidbe i noću bez obzira na to što osoba na sebi možda ima prsluk za spašavanje. Bez obzira na razloge i način zbog kojih se čovjek našao u vodi, svatko uočivši osobu u vodi mora što je moguće brže baciti pojas za spašavanje i time označiti njegov položaj. Ovisno o okolnostima, brodski manevar nakon uočavanja čovjeka u vodi može biti:

- Neposredni okret koriste plovila koja mogu učiniti puni okret manjega promjera i kada mogu zaustaviti plovilo na relativno maloj udaljenosti. Neposredni zaokret obavlja se tako da se neposredno po dojavi o uočavanju čovjeka u vodi, kormilo okrene na stranu na kojoj je čovjek uočen;
- Williamsonov okret obavlja se kad je s većega plovila uočena osoba u vodi, što se posebno odnosi na pad čovjeka u plovidbi. Tim se zaokretom plovilo dovodi u smjer suprotan prvobitnom pa se često upotrebljava kad je zapovjednik naknadno obavješten o padu čovjeka u vodu;
- Scharnowov okret izvodi se približno u istim okolnostima kao i Williamsonov. Prije izvođenja okreta prijeko je potrebno upozoriti nadzornika pogona (kod centralne sprege časnik straže sam smanjuje brzinu) da slijedi manevar, a prije postavljanja kormila na stranu potrebno je smanjiti brzinu. To se posebno odnosi na plovila koja plove većim brzinama.



Slika 75 ▸ Manevar spašavanja čovjeka u vodi

Napomena: U uvjetima rijeke, čovjeku u vodi se približava oprezno, protiv toka i vjetra kako tijekom manevra ne bi došlo do „gaženja" čovjeka. Plovilo se postavlja, ako je moguće, tako da se čovjek nađe u zavjetrini (mirnijoj vodi). Manevar noću je dosta složeniji, zahtjeva više iskustva i uvježbanosti posade, a suvremeni pojasevi za spašavanje opremljeni su samozapaljivom svjetiljkom, zviždaljkom i sl.

6.10 ▸ UDESI I HAVARIJE

Plovidbena nezgoda je vanredni događaj na unutarnjim plovnim putovima u kojem je nastupila smrt, tjelesna povreda ili materijalna šteta;

Stanje sigurnosti prometa, u cjelini, najčešće se izražava u broju vanrednih događaja–havarija, te brojem žrtava i materijalnom štetom nastalom u njima. Generalno, sigurnost plovidbe je uređena regulatornim aktima nadležnih tijela (zakon o plovidbi, pravila plovidbe, tehnička pravila i dr.), kojima je cilj povećanje sigurnosti, odnosno smanjenje broja nezgoda/havarija i šteta nastalih u njima.

Havarije se mogu dijeliti prema raznim mjerilima, ali su uglavnom prihvaćene tri vrste i to:

- Zajedničke (generalne, opće, velike);
- Posebne (partikularne, male);
- Mješovite havarije.

Čin zajedničke havarije jest svaki namjeran i razložan izvanredan trošak i svaka namjerna i razložna šteta učinjeni, odnosno prouzročeni od zapovjednika broda ili druge osobe koja ga zamjenjuje, ako su bili razborito poduzeti radi spašavanja imovinskih vrijednosti sudionika u istom pomorskom pothvatu od stvarne opasnosti koja im zajednički prijeti. Za namjernost čina bitne su pretpostavke da on mora biti: poduzet svjesno – radi spašavanja, izvršen razumno – ako je trošak opravdan i iz čina mora proizaći spas i korist.

Posebna havarija je svaka havarija koja ne ispunjava pretpostavke, tj. elemente zajedničke havarije.

Mješovite havarije su one kod kojih iz jednog početnog uzroka nastupi više havarija od kojih jedne imaju osobine posebne, a druge zajedničke havarije.

Kapetanije, u većini zemalja, u slučajevima havarije imaju zadatak da vode postupak ispitivanja plovidbenih nesreća o čemu moraju izrađivati propisanu dokumentaciju.

Zapovjednik plovila kao i osobe koje su svjedočile plovidbenoj nezgodi dužni su događaj prijaviti najbližoj kapetaniji ili policijskoj ispostavi i navesti lokaciju, vrijeme i težinu havarije.

U slučaju havarije zapovjednik za potrebe kapetanije i inspekcijskih tijela priprema:

- izjavu uz koju prilaže i izjave članova posade koji su se nalazili u smjeni prilikom havarije;
- izvod iz brodskog dnevnika;
- skicu havarije;
- brodske isprave.

Nakon uvida u sve ovo i utvrđivanja činjenica prilikom izlaska na teren kapetanija sastavlja zapisnik i nalaže dalji postupak.

6.11 ▸ ZAŠTITA OD ONEČIŠĆENJA USLIJED PLOVIDBE

Plovidba i sve aktivnosti vezane za plovidbu i plovidbenu infrastrukturu nose povećani rizik od onečišćenja voda u slivu rijeke Save, što nije u skladu s nastojanjima da se korištenje vode i plovnog puta odvija uz što manje zagađenje vode i proizvođenje ekološke štete. S tim u vezi, i za potrebe ovog priručnika, navest ćemo samo najosnovnije obveze zapovjednika i posade kao i mjere i postupke za ublažavanje posljedica mogućih onečišćenja nastalih uslijed plovidbe.

Zapovjednik i posada moraju poduzimati sve potrebne mjere kako bi se spriječilo zagađenje vode uslijed plovidbe i neophodno je da, u tom cilju, provode potrebne mjere i treninge za odgovarajuće postupanje u slučaju onečišćenja.

Nije dopušteno ispuštati ili izlijevati tvari, uključujući i ulja, koje mogu prouzročiti onečišćenje vode, a zapovjednik plovila, članovi posade i druge osobe na plovilu trebaju učiniti sve kako bi se izbjeglo onečišćenje voda. Dalje, neophodno je količinu otpada koji nastaje na plovilu svesti na najmanju moguću mjeru, kao i da se u najvećoj mogućoj mjeri izbjegne svako miješanje raznih vrsta otpada.

U slučaju ispuštanja ili izlijevanja tvari koje mogu prouzročiti onečišćenje vode, zapovjednik plovila ima obvezu da o tome bez odgode izvijesti najbliže nadležno tijelo i što preciznije naznači položaj, količinu i vrstu tvari koje su ispuštene. Svako plovilo koje je prouzročilo onečišćenje ili otkrilo slučaj onečišćenja voda, mora na svaki mogući način i svim sredstvima o tome izvijestiti i tijela nadležna za postupanje u slučaju takvog događaja, kao i plovila koja se nalaze u blizini mjesta izlijevanja.

Valja i voditi računa da se otpad nastao na plovilu treba sakupljati i predati, u skladu s nacionalnim propisima, prihvatnim stanicama u lukama (ako postoje) ili na drugim mjestima određenima za prijam otpada koji nastaje na plovilu. Zapovjednik je odgovoran za vođenje i ažurnost „Knjige o uljima“ i mora osigurati njenu dostupnost u slučaju da to zahtijevaju nadležna inspekcijska tijela.

Treba imati u vidu da je zabranjeno ispuštati zauljeni i mastan otpada u vodu, a kaljužna voda se, u pravilu, treba predati prihvatnim stanicama. Postoje situacije i izuzeci od zabrana ispuštanja vode iz separatora za kaljužnu vodu u vodni put, kada je maksimalni sadržaj ostataka ulja nakon separacije dosljedno i bez prethodnog razblaživanja u skladu s nacionalnim zahtjevima, a u svakom slučaju manji od 5 mg/l.

Dozvoljeno je i pranje tankova i spremišta kako bi se odstranili ostaci tereta od tvari čije je ispuštanje u vodni put izričito dozvoljeno nacionalnim propisima, a sav kućanski otpad koji nastaje na plovilu treba se prikupljati i, kada je to moguće, nakon razdvajanja papira, stakla, drugog materijala koji se može reciklirati i ostalog otpada, treba se predati prihvatnim stanicama.

U pravilu je zabranjeno spaljivanje kućnog otpada, taloga, žitkog mulja i ostalog posebnog otpada na plovilu. Putnička plovila, koja ne posjeduju postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda ne smiju u vodu ispuštati sanitarne otpadne vode. Zapovjednici tih plovila, trebaju voditi i redovno ažurirati „Knjigu sanitarne vode“ koju su, na zahtjev, dužni dati na uvid nadležnim tijelima inspekcije.

Zapovjednici plovila koja prevoze opasne tvari obvezni su, u pravilu, o tome obavijestiti nadležna tijela država kroz koje plove jer pojedine zemlje mogu, u takvim slučajevima, zahtijevati pratnju takvih plovila ili konvoja tijekom plovidbe na svojoj teritoriji.



7. HIDROMETEOROLOGIJA

7.1 ▸ OPĆENITO O HIDROMETEOROLOGIJI

Hidrometeorologija je znanost o vodi u atmosferi. Ona povezuje problematiku hidrologije i meteorologije u hidrološkom ciklusu, odnosno u kruženju vode u prirodi.

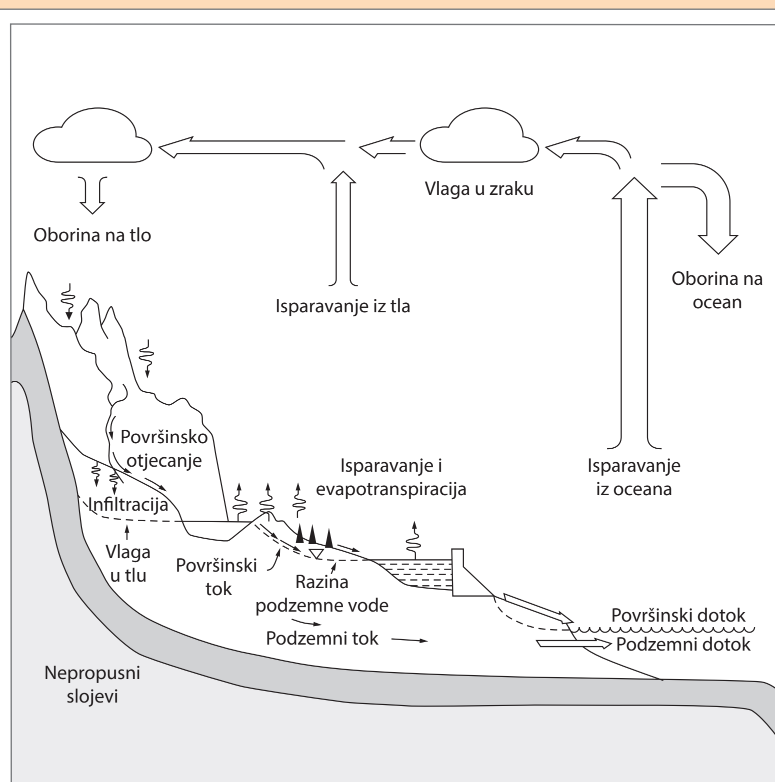
Potamologija je grana hidrologije koja proučava površinske tokove i njihove vodne režime. Ona uključuje hidrodinamiku, te elemente ispiranja (erozije) i taloženja nanosa u vodotocima. U potamologiji se posebno ističu hidrografija, koja opisuje površinske vodene tokove i hidrometrija, odnosno tehnika mjerenja površinskih i podzemnih voda.

Limnologija je znanost o jezerima i slatkim vodama stajaćicama. U izučavanje voda koje miruju uključeni su hidrološki fenomeni, a naročito su naglašene analize utjecaja na okoliš.

Kriologija proučava vodu u njezinim čvrstim oblicima, npr.: led, tuču, snijeg i soliku (krupu).

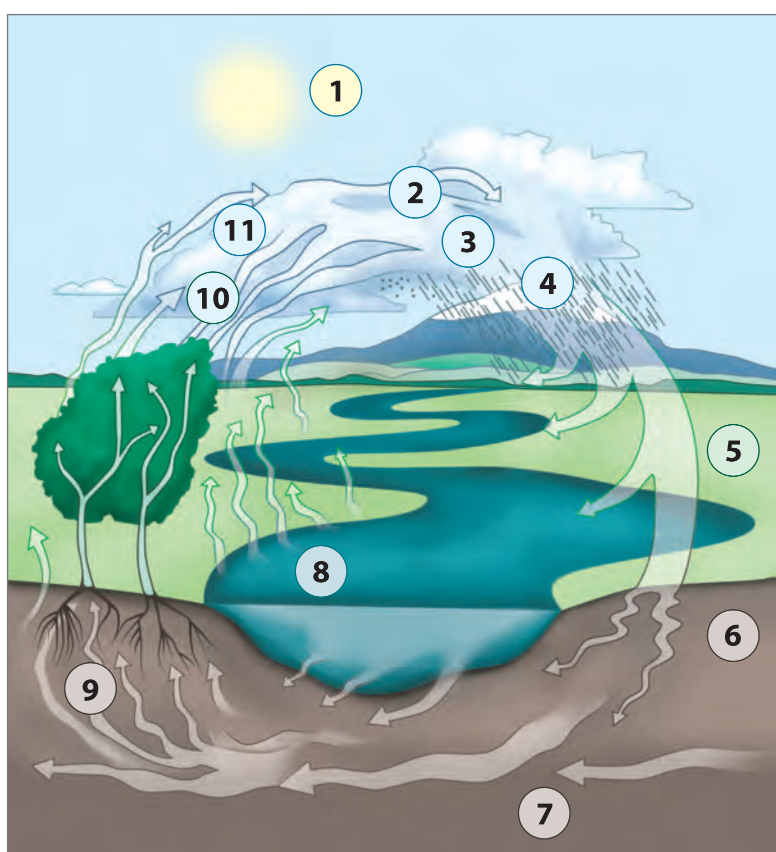
Hidrologija podzemnih voda je grana hidrologije koja se bavi podzemnim vodama te njihovim pojavama i kretanjima u različitim uvjetima u litosferi. Ova se interdisciplinarna znanost sastoji pretežno od hidrologije i geologije, a bavi različitim pojavama i ponašanjem vode u podzemlju. Koriste se još i nazivi hidrogeologija, geohidrologija ili jednostavno podzemne vode, a rabe se ovisno o tome koji se vid proučavanja želi naglasiti. Kod nas se najčešće koristi naziv hidrogeologija.

Prema tome, hidrologija je znanost koja se bavi analizama i studijama brojnih utjecaja vode u vezi s njezinim gibanjem i djelovanjem na živu i mrtvu prirodu. Ona proučava režim vode u atmosferi, na površini i ispod površine Zemlje, bez obzira na agregatno stanje vode. U to su uključena motrenja i mjerenja pojedinih veličina u prirodi te razrade i analize tih podataka. Na temelju tih podataka i analiza izvode se mjerodavni zaključci o raspoloživim vodnim količinama i njihovoj raspodjeli u vremenu i prostoru.



Slika 76 ▸ Režim vode u atmosferi, na površini i ispod površine zemlje

Razlika između hidrologije i ostalih tehničkih disciplina je u tome što prirodne pojave koje proučava hidrologija ne podliježu tako strogim analizama, uobičajenim u inženjerskoj mehanici. U hidrologiji je područje razmišljanja vrlo široko, u hidrološkim se analizama rabe različite metode, a često se tek ocjenjuje realnost rezultata hidroloških izračuna.



1. Sunčevo zračenje
2. Voda u atmosferi
3. Voda u obliku snijega i leda
4. Oborine
5. Površinsko otjecanje
6. Infiltracija
7. Podzemni tok
8. Evaporacija
9. Upijanje biljaka
10. Transpiracija
11. Kondenzacija

Slika 77 ▸ *Hidrološki ciklus*

Hidrološki ciklus zbiva se u Zemljinu sustavu: u atmosferi, hidrosferi (na površini) i litosferi (tvrdi sastav Zemlje ispod hidrosfere). Voda prodire u Zemlju prosječno do 1 km (u kršu i do 2–3 km), a u atmosferu do 15 km, pa se čitav proces zbiva u amplitudi od oko 16 km.

7.2 ▸ VODOSTAJI

Jedan od osnovnih parametara sigurnosti plovidbe je visina razine rijeke. Od toga ovise gabariti plovnog puta, širina i dubina, brzina toka itd. Razina vode se neprestano mijenja i direktno ovisi o prilivu, veličini sliva rijeke, atmosferskom talogu, topljenju snijega i odlivu – brzini otjecanja.

Vodostaj je razina vode u danom trenutku u odnosu na kotu nule na određenom vodomjeru.

Vodomjer je izbaždarena skala u metričkoj mjeri. Podjela počinje s nultom oznakom, tako da ima pozitivnu i negativnu razdiobu. Po pravilu se nulta točka vodomjera određuje prema višegodišnjem prosjeku niskih vodostaja promatranog mjesta. Nulta točka se fiksira na određenoj nadmorskoj visini. Da bi se izbjeglo minusno očitavanje, kod novih vodomjera, nulta točka se postavlja ispod najnižih vodostaja. Vodomjeri prema načinu postavljanja mogu biti vertikalni, kosi stepenasti ili suvremeni: automatski (limnigraf), satni vodomjeri itd.

Podatke o vodostaju daju mjerodavna državna tijela i agencije, a objavljuju se na državnim javnim servisima i web stranicama hidrometeoroloških zavoda. Također je oubičajeno da se kapetanije i riječno brodarstvo informiraju o vodostaju, a kapetanije o tome povremeno izrađuju i svoja priopćenja.

Vodomjeri se postavljaju na vodo-mjernim postajama koje su uspostavljene na cjelokupnoj mreži unutarnjih voda. Da bi se na cjelovit način pratilo kolebanje vodostaja, vodomjeri su postavljeni na međusobnim razmacima od 50 do 100 km.

Na temelju dobivenih podataka o vodostaju i njegovom kretanju, tendenciji porasta ili opadanja i s malo teorijskog i praktičnog znanja nautičar će raspolagati informacijama kao što su:

- Uvjeti plovidbe u smislu jačine vodene struje, pokrivenost ada i sprudova vodom itd;
- Dubine vode iznad napera i drugih hidrograđevinskih objekata;
- Dubine vode na ulazima u rukavce rijeke;
- Moguća, u nautičkom smislu, neugodna iznenađenja u vidu ostajanja na suhom za vrijeme stajanja – noćenja, nasjedanja;
- Mogućnost boravka u rukavcu rijeke bez opasnosti od pada vodostaja i „zarobljavanja“ (po pravilu dubine su najmanje na ulazima u rukavce).

Za svoje potrebe, kao improvizaciju, nautičar može napraviti priručni vodomjer kojim će ustanoviti porast ili opadanje vode, kao i tendenciju u oscilaciji vodostaja. Takav vodomjer se sastoji od jednog štapa ili letve pobodene blizu obale i broda, a radi preciznosti bi trebao biti zaštićen od valova.

Nautičarima koji vode brodski dnevnik preporučuje se upisivati i vodostaje za sektor kojim plove, u slučaju da ne vode poseban dnevnik vodostaja. Ovo je važno kako bi svoja nautička zapažanja i informacije dobivene od drugih vezali za mjerodavni vodostaj. Na primjer, utvrđena dubina u nekom rukavcu mora biti vezana za vodostaj određenog vodomjera.

Iz nautičkog kuta razlikujemo tri osnovna stanja vodostaja: nizak, srednji i visok. Prema postojećim pravilima tretiraju se niska i visoka plovidbena razina, o čemo će kasnije biti riječi.

7.2.1 ▸ VISOKI VODOSTAJ

Oscilacija vodostaja rijeke Save od najnižeg do najvišeg može iznositi i 11 metara, tako da se, između ostalog, izgled rijeke može značajno izmijeniti. Njegov nepovoljan utjecaj se reflektira kroz:

- Znatno veće vodene mase (brzina toka je veća). Ova pojava je više izražena u gornjem toku dok se dalje prema ušću njen utjecaj smanjuje;
- Dezorijentaciju plovila zbog stvaranja velikih vodnih zrcala uslijed izlijevanja rijeka iz korita;
- Opasnost za male brodove i glisere od predmeta koje je voda podigla i nosi sa poplavljenih obala.

7.2.2 ▸ NISKI VODOSTAJ

Karakteristika niskog vodostaja je ograničavanje gabarita plovnog puta (širine i dubine) što veoma nepovoljno utječe na sigurnost plovidbe. Plovila moraju ploviti s reduciranim konvojima i manjim gazom. Isto tako susretanja u tjesnacima postaju opasna, itd.

Međutim, pri niskim vodostajima rijeka pokazuje sve svoje bogatstvo i ljepotu, nepregledne sprudove, brzina vode je minimalna, a pristup obalama i adama lak, dok su svi hidrograđevinski objekti vidljivi. To razdoblje je idealno za dobro upoznavanje plovnog puta.

Nizak vodostaj ne utječe na sigurnost plovidbe čamaca pod uvjetom da se poduzmu sve mjere predostrožnosti, naročito za male brodove čiji su gabariti bliže maksimalnim i čiji gaz prelazi 0,5 metara.

7.2.3 ▸ MJERENJE VODOSTAJA

Vodostaji na rijekama, jezerima i akumulacijama mogu se koristiti neposredno za prognoziranje dotoka, pri određivanju površina ugroženih poplavom, kao i za projektiranje objekata smještenih na samoj rijeci ili u njezinoj blizini.

Razine vode ili vodostaji predstavljaju promjene u visini vodnog zrcala (lica) na vodotocima, jezerima i drugim vodnim resursima izražene u odnosu na određeni visinski reper, apsolutni ili relativni. Vodostaji se mjere obično s točnošću od ± 1 cm, a za posebne namjene i preciznije.

U hidrometrijskoj praksi koristi se nekoliko vrsta uređaja za mjerenje vodostaja:

- Uređaji bez automatskog zapisa;
- Mjerni uređaji s automatskim zapisom (limnigraf).

Pod uređajima bez automatskog zapisa smatraju se graduirane vodomjerne letve (vodokazi) s podjelom na 2 cm. Vodokazne letve se najčešće izrađuju od lijevanog željeza, emajliranog lima, plastike, aluminija itd. Najčešće su u upotrebi:

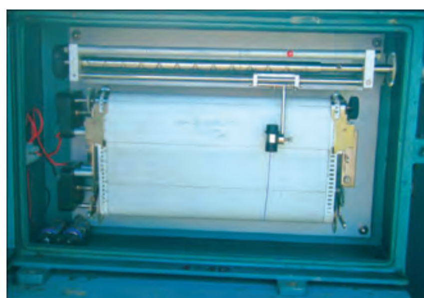
- vertikalna graduirana mjerna letva;
- stepenasto postavljen vodokaz;
- kosi vodokaz.

Danas je u upotrebi veći broj raznih tipova limnigrafa. Oni se mogu podijeliti prema načinu pokretanja i prema načinu zapisa. Uobičajena konstrukcija koja se često koristi sastoji se od učvršćene vertikalne cijevi iznad vodotoka i pristupnog mosta (otočni tip) ili učvršćena na obali i spojena horizontalnom cijevi s vodotokom (bunarski tip). U vertikalnoj cijevi nalazi se plovak i kontrateg spojen s osovinom limnigrafa tankom čeličnom sajlom. Pisač spojen preko više zupčanika s osovinom limnigrafa kontinuirano zapisuje vodostaj vodotoka u željenim omjerima na papirnu traku (limnigram) koju pokreće satni mehanizam.

U općoj su upotrebi također razne vrste limnigrafa koji se pokreću pomoću tlaka plina (tlačni limnigraf). Oni rade na principu da je hidrostatski tlak u nekoj točki u koritu vodotoka izravno proporcionalan visini stupca vode iznad te točke. Više takvih uređaja koristi pročišćeni plin (dušik) za prijenos tlaka do mjernog uređaja. Male količine zraka ili plina (dušika) propuštaju se da izlaze u vodotok kroz cijev odnosno kroz posebni naglavak na izlaznom mjestu u koritu. Tlak zraka ili plina koji izlazi u vodu mjeri se na mjernom uređaju gdje se sistemom tlačne vage pretvara u zaokret osovine limnigrafa što omogućava mehanički zapis vodostaja.



Slika 78 ▸ Limnigraf



Slika 79 ▸ Ispisivač zapisuje vodostaj na papirnu traku – limnigram

Glavna prednost tlačnih limnigrafa je u tome da ne trebaju vertikalnu cijev i da nisu osjetljivi na manje količine taloženog nanosa. Oba tipa limnigrafa smatraju se mehaničkim analognim uređajima s grafičkim zapisom vodostaja. Zapis vodostaja može se pretvoriti iz analognog u digitalni oblik. U novije vrijeme sve više se koriste limnigrafi – automatski elektronički registratori – s mogućnošću memoriranja podataka u digitalnom zapisu. Vremenski interval zapisa može se prethodno odabrati. Prikupljeni podaci prebacuju se u prijenosni računar putem za to predviđenog priključka ili beskontaktnim infracrvenim čitačem. Pomoću radio valova ili telemetrijskim putem podaci se mogu slati na željena zbirna mjesta.

Uz sve vrste limnigrafa mora se uspostaviti vodokaz koji služi kao mjerodavni (referentni) pokazatelj visine vodostaja u radu limnigrafa.

7.2.4 ▸ VODOMJERNE POSTAJE

Svrha vodomjernih postaja sastoji se u sustavnom praćenju i registriranju vodostaja na nekom mjestu vodotoka.

Izbor lokacija za vodomjernu postaju treba zadovoljiti sljedeće kriterije za što povoljniji smještaj postaje:

- potez vodotoka 100 m uzvodno i nizvodno od postaje mora biti ravan;
- cijeli vodotok je koncentriran u koritu kod svih vodostaja i nema zaobilaznog tečenja;
- korito nije podložno eroziji niti taloženju, a također nema ni vodnog raslinja;
- obale su stabilne, dovoljno visoke za slučaj poplavnog vala i nisu obrasle grmljem;
- nepromjenljiv prirodni kontrolni objekt prisutan u obliku brzaka, stabilnog stjenovitog korita za male vode ili kaskada (stepenice) koji ostaje nepotopljen i kod svih vodostaja. Ukoliko ne postoji takav zadovoljavajući prirodni kontrolni objekt, trebalo bi razmisliti o gradnji umjetnog;
- lokaciju postaje treba izabrati neposredno uzvodno od kontrolnog objekta;
- vodomjerna postaja mora biti sagrađena dovoljno uzvodno od ušća drugog vodotoka kako bi se izbjegao utjecaj uspora;
- izbor lokacije mora, osim gornjih uvjeta, olakšati izgradnju postaje kao i budući rad na njoj.

U mnogim slučajevima neće biti moguće zadovoljiti sve te kriterije pa će tada trebati prosuditi koji je relativno najbolji položaj za hidrološku postaju.

Red. br.	Vrsta	Naziv	Rijeka	Stacionaža (rkm)	Obala	Kota „0“ (mnm)
1.	letva, limnigraf	Crnac	Sava	588,2	desna	91,34
2.	letva	Gušće	Sava	572,0	lijeva	89,04
3.	letva, limnigraf	Jasenovac	Sava	516,2	lijeva	86,82
4.	letva, limnigraf	Stara Gradiška	Sava	467,0	lijeva	85,39
5.	letva, limnigraf	Mačkovac	Sava	451,3	lijeva	83,64
6.	letva, limnigraf	Davor	Sava	423,8	lijeva	82,78
7.	letva, limnigraf	Slavonski Brod	Sava	371,3	lijeva	81,80
8.	letva, limnigraf	Slavonski Šamac	Sava	314,3	lijeva	80,70
9.	letva, limnigraf	Županja	Sava	267,5	lijeva	76,28
10.	limnigraf	Brčko	Sava	228,8	desna	76,62
11.	letva/ digitalno	Jamena	Sava	204,8	lijeva	72,44
12.	letva/ limnigraf/ digitalno	Sremska Mitrovica	Sava	139,24	lijeva	72,22
13.	letva/ limnigraf	Šabac	Sava	106,28	desna	72,61
14.	letva	Beljin	Sava	67,53	desna	69,99
15.	letva/ limnigraf/ digitalno	Beograd	Sava	0,82	desna	62,28

Tablica 6 ▸ Tabela važnijih vodomjernih postaja

7.2.5 ▸ IZRAČUN DUBINE POMOĆU VODOSTAJA

Ako je poznata dubina na nekom sektoru pri nultoj točki i ako imamo trenutačni vodostaj vodomjerne postaje prema kojemu se taj sektor „ravna“, to su nam dovoljni parametri za izračun dubine.

Primjer: Pri vodostaju „0“ na profilu Slavonski Šamac na plićacima kroz taj sektor imamo 240 cm.

Primjer 1:	Vodostaj Šamac je +50, kolika je dubina na plićacima?	
	Vodostaj	+ 50
	Pri „0“ ima	+ 240
		–––––
	UKUPNO :	+ 290
	Dubina na plićacima u ovom primjeru iznosi +290 cm.	

Primjer 2:	Vodostaj	- 100
	Pri „0“ ima	+240
		–––––
	UKUPNO:	+140
	Dubina na plićacima u ovom primjeru iznosi +140 cm.	

7.2.6 ▸ ODREĐIVANJE VISINE PROLAZA ISPOD MOSTOVA

Za sigurnost prolaza plovila ispod konstrukcije mosta ili čeličnog užeta razapetog preko rijeke (skela, el. vodovi itd.) potrebno je znati njihovu visinu iznad vodene površine pri nultoj točki odgovarajuće vodomjerne postaje i visinu najviše nepokretne točke plovila. Visine žica i mostova navedene su u daljinaru, a visina broda od dna do najviše nepokretne točke u brodskoj svjedodžbi. Prema tome visina broda je ovisna o gazu broda.

Visina nadgrađa plovila može predstavljati smetnju pri prolazu ispod mosta, a karakteristične su:

1. visina jarbola;
2. visina radarske antene;
3. visina najviše točke (opreme broda ili nadgrađa) pri spuštenom jarbolu. Ova točka može biti pokretna, tj. može se ukloniti, npr. krmarska kućica se može rastaviti, stup – točak uređaja za krmarenje kod pojedinih plovila se može položiti itd;

4. visina najviše nepokretne točke (F.P. „fikspunt“). Ova točka je sastavni dio konstrukcije plovila i ne može se ukloniti, na primjer, postolje radarske antene.

Ako od visine konstrukcije mosta (pri nuli na vodomjeru) oduzmemo visinu vodostaja u trenutku prolaska plovila, dobijemo slobodnu visinu mosta. Prema toj slobodnoj visini odlučujemo može li plovilo proći i što se sve mora ukloniti za siguran prolaz.

Radi lakšeg razumijevanja navedenog, obradit ćemo jedan konkretan primjer:

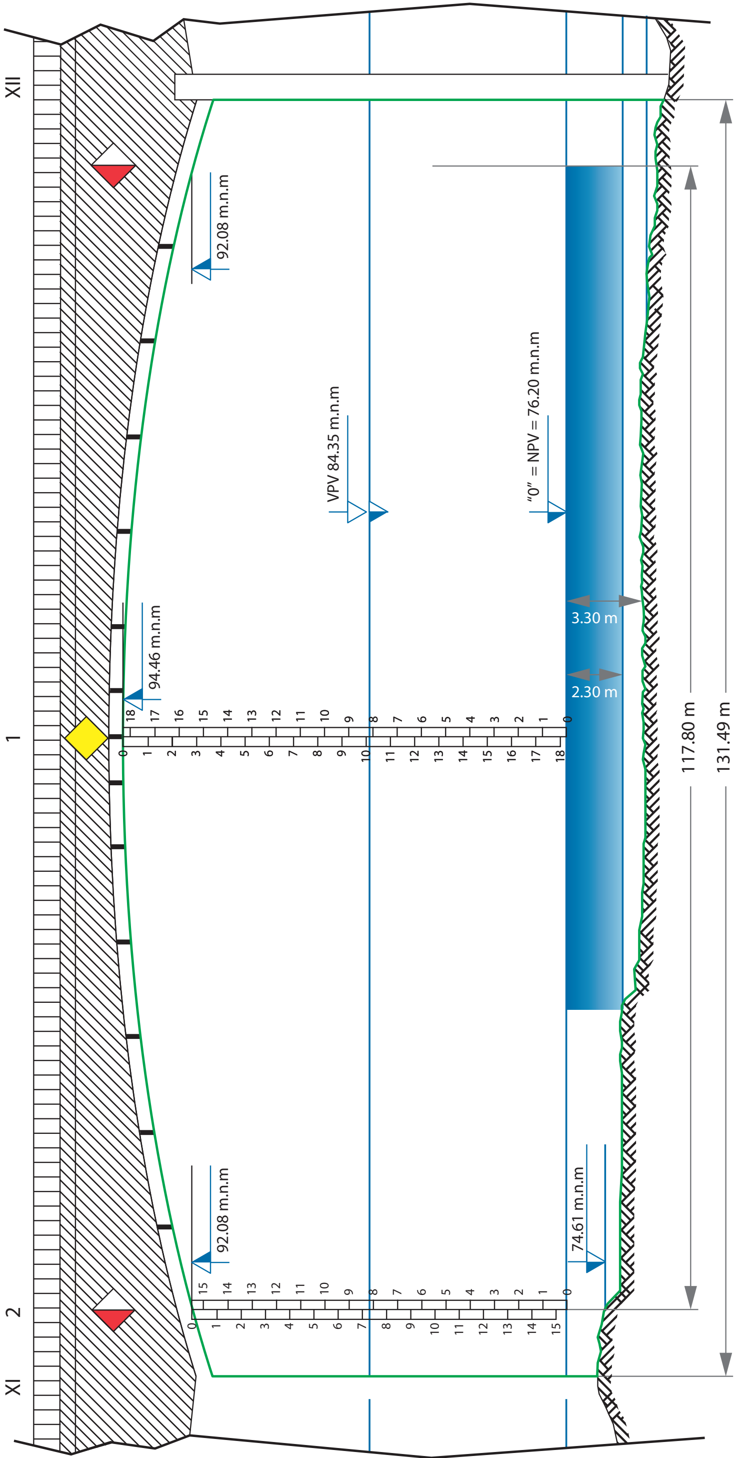
Plovilo „Učka“ treba proći ispod mosta u Beogradu, čija je visina 12,62 m iznad nule. Vodostaj na vodomjeru u Beogradu toga dana pokazuje +550 cm. Najviša nepokretna točka mjerena od dna korita broda iznosi 7,06 m. U trenutku prolaska ispod mosta, brod s teretom ima gaz od 150 cm.

Korisna visina pri koti „0“ mjerodavne VS	12,62 -
Vodostaj na VS Beograd	5,50
Korisna visina ispod mosta	7,12
Najviša nepokretna točka broda (H_m)	7,06 -
Gaz broda (T)	1,50
Visina nepokretne točke u trenutku prolaska broda	5,56
Korisna visina ispod mosta	7,12 -
Visina nepokretne točke u trenutku prolaska broda	5,56
Slobodan prostor	**1,56 m**

Posljednja brojka nam pokazuje koliki je razmak između najniže nepoznate točke i donjeg ruba konstrukcije mosta, što znači da brod može proći ispod mosta, jer ostaje još 1,56 metara slobodnog prostora.

Pri prolasku ispod mostova treba biti vrlo pažljiv. Promjenu gaza i vodostaja treba uzeti s izvjesnom rezervom, jer se ti podaci ponekad ne mogu izračunati u potpunosti točno. Gaz se može pogrešno očitati uslijed valova ili kretanja broda, a vodostaj pri većem nadolasku vode može pretrpjeti znatne izmjene u vremenu proteklom od čitanja. Osim toga, ni podaci za visinu pojedinih mostova nisu posve točni.

Slika 80 ▸ *Album mostova – plovidbeni otvor u prikazu podesnom za proračun*



Ukoliko iz bilo kojeg razloga nismo sigurni u mogućnost prolaska broda ispod mosta, provjera se može izvršiti na licu mjesta. To se vrši sa samog mosta ili promatranjem samog plovila. Ako je prilaz na most slobodan, visina mosta do razine vode mjeri se užetom na koje je obješen uteg (obično izbacačem). Ovo mjerenje se vrši, u pravilu, kada brod stoji u blizini mosta, te se u slučaju nepovoljnog rezultata može odustati od prolaska kroz most.

Provjera na plovilu vrši se na sljedeći način: u uzvodnom putovanju plovilo se približava mostu smanjenom brzinom i u njegovoj blizini se održava u mjestu pomoću strojeva („lavira").

Nišanjenjem preko najviše nepokretne točke i jedne istaknute točke na brodu iste visine, koje se vrši na donji rub konstrukcije mosta, može se odrediti slobodna visina. Drugi sigurniji način vrši se tako da se s prednjeg dijela broda, koji se nalazi ispod mosta, pomoću jedne motke – dubinomjerom (lecom) ili odbijačem izmjeri visina.

U nizvodnom putovanju plovilo se mora okrenuti uzvodno, i to uzvodno od mosta, pa se spuštanjem niz vodenu struju brod postavlja na potrebnom razmaku za mjerenje. Ako je vodena struja jaka, potrebno je plovilo prvo usidriti uzvodno od mosta te ga potom ispuštanjem sidrenih lanaca i radom stroja dovesti na potreban razmak za mjerenje. Razumljivo je da se ovaj manevar obavlja bez vuče. U slučaju da je plovilo doplovilo s vučom, vuča se obavezno otkači i usidri uz obalu.

Ako je nepokretna točka viša za nekoliko centimetara od slobodnog prolaza ispod mosta, plovilo se može opteretiti balastom (utovarom teških predmeta ili puštanjem vode u dno korita) i time povećati gaženje do potrebne mjere koja dozvoljava njegov prolaz ispod mosta.

7.3 ▸ METEOROLOGIJA I OPĆE METEOROLOŠKE POJAVE

Temperatura zraka: je stupanj zagrijanosti, a mjeri se termometrima koji su ispunjeni živom ili alkoholom smještenim u zasjenjenom prostoru na 2 m iznad površine zemlje. Pri mjerenju temperature zraka koristi se Celzijeva temperaturna ljestvica od 100 stupnjeva, kod koje je za 0 uzeta temperatura topljenja leda, a za +100 ključanje vode pri normalnom tlaku zraka.

Horizontalna raspodjela temperature ovisi o sunčevoj toplini i sastavu zemljine površine. Na raspodjelu temperature znatno utječu kopno i more, tj. more smanjuje periodična kolebanja, a kopno ih povećava.

Temperatura zraka sa visinom opada do troposfere, a zatim se neznatno mijenja. Ponekad, u nekim slojevima, temperatura sa visinom raste (inverzija) ili se ne mijenja (izotermija). Veličina koja karakterizira promjene temperature sa visinom zove se vertikalni gradijent, čija srednja vrijednost iznosi 0,65 Celzijevih stupnjeva na svakih 100 m visine.

Atmosferski tlak: je sila koja djeluje na jedinicu horizontalne površine, a jednaka je težini stupa zraka koji se rasprostire od tla do gornje granice atmosfere. Atmosferski tlak se najčešće mjeri živinim barometrom u kojem se visina živinog stupca uravnotežuje sa težinom stupca zraka i izražava u milimetrima živinog stupca (mm) ili milibarima (mb) što je danas osnovni način izražavanja tlaka.

Standarni (normalni) tlak, koji se još zove i fizička atmosfera, uvjetno se uravnotežuje s težinom živinog stupca visine 760 mm, presjeka 1 cm^2 pri temperaturi 0 °C na 45° sjeverne geografske širine, gdje je ubrzanje sile zemljine teže na razini mora jednako 980,655 cm^2/s i odgovara 1013,27 mb. Uslijed stišljivosti zraka atmosferski tlak opada s visinom i to u prizemnom sloju brže, a na većim visinama sporije. Okomiti razmak na kojem se tlak zraka promijeni za 1 mb, zove se barometarska stepenica. Njena veličina ovisi o tlaku i temperaturi. S povećanjem tlaka i opadanjem temperature ona se smanjuje, a povećava se porastom temperature i opadanjem tlaka. Do visine od 3000 m barometarska stepenica iznosi približno 10 m.

Atmosferski tlak se mijenja i u vodoravnom pravcu. Veličina koja karakterizira tu promjenu zove se horizontalni barski gradijent, a usmjeren je pravokutno na izobaru u pravcu opadanja tlaka. Njegova veličina se mjeri u milimetrima ili milibarima na razmaku od 100 km.

Gustoća zraka: je odnos mase zraka prema zapremini koju zauzima. Gustoća zraka se može izračunati ako su poznati tlak i temperatura. Gustoća raste kada opada temperatura, a raste tlak i obrnuto.

Međunarodna standardna atmosfera (MSA) – predstavlja uvjetnu raspodjelu srednjih veličina osnovnih fizičkih parametara izmjerenih na razini mora i geografskoj širini 45°, pri temperaturi 1°C, pritisku 760 mm, specificnoj težini 1,125 kg/m^3. U MSA temperatura opada na svakih 100 m za 0,65°C do 11.000 m visine. Od 11.000–25.000 m temperatura je stalna i iznosi -56,5°C.

Atmosferska fronta: je granična površina između dvije zračne mase različitih fizikalnih osobina. Na sinoptičkoj karti se ucrtava na mjestu gdje se sijeku frontalna površina i površina zemlje. Ucrtavanje se vrši linijom odgovarajuće boje i ta linija se naziva linija fronte. Fronte se dijele na dva osnovna tipa:

Hladna fronta: nastaje u slučaju kretanja hladnog zraka u pravcu toplog prilikom čega topli zrak odstupa i zamijenjuje ga hladni. Ovakva fronta donosi zahlađenje.

Topla fronta: nastaje kada se topli zrak kreće u pravcu hladnog, hladni zrak odstupa, a zamijenjuje ga topli. Ovakva fronta donosi zatopljenje.

Postoje još tzv. složene fronte ili fronte *okluzije*, koje nastaju spajanjem tople i hladne fronte. Ako je zrak iza hladne fronte hladniji, onda je to hladna fronta okluzije. Ako je hladan zrak iza hladne fronte topliji od hladnog zraka ispred tople fronte, onda je to topli front okluzije. Na ovim frontama meteorološki uvjeti mogu biti vrlo složeni u početnom razdoblju stvaranja, dok se pri daljnjem potiskivanju toplog zraka na visinu fronte okluzije rasplinjuju.

U odnosu na geografsku raspodjelu zračnih masa, fronte mogu biti: *arktička*, koja dijeli arktički i polarni zrak; *polarna*, koja dijeli polarni i tropski zrak; *tropska*, koja dijeli tropski i ekvatorijalni zrak.

Kod tople fronte se na 800–1.000 km ispred linije fronte pojavljuju Cirusi, zatim Cirostratusi i Altostratusi te na kraju Nimbostratusi. Debljina Crusa i Cirostratusa iznosi 1–2 km, Altostratusa 2–4 km, a Nimbostratus ima veliku okomitu razvijenost. Umjereno do jako zaleđivanje javlja se u Nimbostratusu, posebice pri velikoj vodnosti oblaka i niskim temperaturama.

Zona padalina rasprostire se ispred linije fronte, ljeti na 200–300 km, a zimi i do 400 km. Ispred fronte se ponekad stvara magla čija širina doseže i do 200 km.

Ciklona i anticiklona: neravnomjerna raspodjela atmosferskog tlaka uvjetuje postojanje barskih sustava. Možemo izdvojiti dva osnovna tipa barskih sustava i to: *ciklona* ili područje niskog atmosferskog tlaka i *anticiklona* ili područje visokog atmosferskog tlaka.

Tlak zraka u ciklonama je najmanji u centru, dok se od centra prema periferiji povećava. Na sjevernoj hemisferi strujanje zraka u cikloni je ka centru i smjeru suprotnom kazaljci na satu. Pritisak zraka u anticiklonama je najveći u centru, a strujanje zraka je od centra ka periferiji u smjeru kretanja kazaljke na satu.

Pored opisanih osnovnih tipova barskih sustava, postoje i sporedni barski sustavi i to:

- dolina; izduženi dio od centra ciklone koji se nalazi između dva područja visokog atmosferskog tlaka;
- greben; izduženi dio od centra anticiklone koji se nalazi između dva područja niskog atmosferskog tlaka;
- sedlo; barsko područje između dvije unakrsno raspoređene ciklone i anticiklone.

Tlak zraka se neprestano mijenja po vremenu i prostoru zbog čega se i barski sustavi mijenjaju, premiještaju i mijenjaju svoj intezitet.

Ciklona i anticiklona se kreću prosječnom brzinom od 30–40 km/h, a obično traju 1–2, a najviše 7 dana. Atmosferske frontove se stvaraju u cikloni te je vrijeme u cikloni uglavnom uvjetovano frontalnim oblačnim sustavima i padalinama.

Vlažnost zraka: razmatramo kao apsolutnu i relativnu.

Apsolutna vlaga: je količina vodene pare koja se nalazi u 1 m^3 zraka izražena u gramima.

Relativna vlaga: je odnos količine vodene pare koja se trenutno nalazi u zraku prema maksimalnoj količini vodene pare koju bi zrak mogao primiti i izražava se u postocima. U suhom zraku ona iznosi 0%, a u zasićenom 100%. Relativna vlažnost pokazuje stupanj zasićenosti zraka vodenom parom.

Temperatura zraka pri kojoj stvarna količina vodene pare zasićuje zrak i prelazi u tekuće stanje naziva se temperaturom točke rošenja. Najvažnija osobina vodene pare je prijelaz iz jednog u drugo agregatno stanje i ono može biti:

- prijelaz u tekuće stanje ili kondenzacija i
- prijelaz u čvrsto stanje ili sublimacija.

Osnovni uzrok tome je hlađenje zraka koji je zasićen vodenom parom.

Vjetar je kretanje zraka u približno horizontalnom pravcu, a kao linearnu veličinu karakteriziraju ga pravac i brzina. Pravac vjetra se određuje prema strani svijeta iz koje puše i označava se stupnjevima. Npr. pravac vjetra iz

360° znači da vjetar puše sa sjevera. Brzina vjetra se izražava u metrima u sekundi (m/s) ili kilometrima na sat (km/h). Prizemni vjetar se mjeri pomoću anemometara i električnih vjetrokaza, a na visinama pomoću pilot-balona i radio sondi. Uslijed djelovanja devijacijske sile, sile trenja, sile teže i centrifugalne sile prizemni vjetar puše pod izvjesnim kutem u odnosu na izobare, skrećući u stranu niskog atmosferskog tlaka.

Karakteristična osobina vjetrova je refulnost. Naročito u sloju trenja vjetar puše na udare (mahove), a brzina može varirati u 1–2 sekunde i do 50% na jednu ili drugu stranu od srednje vrijednosti. Vihorni karakter kretanja zraka naziva se turbulentnim kretanjem.

Oblaci se prema međunarodnoj klasifikaciji dijele na 10 redova i to: Cirus (Ci), Cirokumulus (Cc), Cirostratus (Cs), Altokumulus (Ac), Altostratus (As), Nimbostratus (Ns), Stratokumulus (Sc), Stratus (St), Kumulus (Cu) i Kumulonimbus (Cb).

Prema visini na kojoj se javljaju oblaci se dijele na: visoke, srednje i niske.

- Visoki: Cirus, Cirokumulus i Cirostratus;
- Srednji: Altostratus i Altokumulus;
- Niski: Stratokumulus, Stratus, Kumulus i Kumulonimbus.

Količina oblaka ili stupanj pokrivenosti neba oblacima određuje se u osminama. Npr. 8/8 znači da je nebo potpuno prekriveno oblacima, 4/8 znači da je nebo prekriveno za 50% itd. Male visine oblaka (50–200 m) zapažaju se na atmosferskim frontama i u zoni padalina. Prostori između oblaka veoma su različiti i izloženi čestim promjenama.

Padaline su čestice vode koje padaju iz oblaka na zemljinu površinu i mogu biti:

- *dugotrajne*, ako padaju iz Nimbostratusa i Altostratusa;
- *sipuće*, ako padaju iz Stratokumulusa i Stratusa i
- *pljuskovite*, ako padaju iz Kumulonimbusa, i često su praćene olujom.

Atmosferske padaline koje padaju iz oblaka koji su povezani atmosferskim frontama zovu se frontalne, a padaline koje padaju iz oblaka koji nastaju unutar jednorodnih zračnih masa su unutarmasovne padaline.

Padaline se dijele na čvrste, tekuće i mješovite, a najčešće se sreću kao:

- dugotrajna umjerena kiša čije su kapi srednje veličine;
- pljusak kiše u vidu krupnih kapi, jak intenzitet, iznenadni početak i prestanak;
- sipuća kiša u vidu sitnih kapi i veoma male brzine padanja;
- dugotrajni snijeg u vidu pahuljica umjerenog intenziteta;
- pljusak snijega u vidu krupnih pahuljica, jak intenzitet, iznenadan početak i prestanak;
- mokri snijeg u vidu mješavine kiše i snijega (susnježica);
- ledena kiša u vidu prozirnih kuglica leda, promjera 1–3 mm;
- snježna krupa pada u obliku bijelih zrna promjera 2–5 mm i
- tuča u vidu ledenih kuglica i komada leda nepravilnog oblika i različitih veličina.

Magla predstavlja skup najsitnijih kapi vode ili ledenih kristala koji lebde u prizemnom sloju zraka, prilikom čega je horizontalna vidljivost manja od 1 km. Ako je vidljivost od 1–10 km onda to stanje nazivamo sumaglicom. Magle nastaju uslijed hlađenja prizemnog zraka do temperature točke rošenja prilikom čega nastaje kondenzacija. Debljina sloja magle se koleba od nekoliko metara do nekoliko desetina metara. Najčešće se stvara iza ponoći i u ranim jutarnjim satima, a razilazi se tijekom prijepodneva.

Zračne mase predstavljaju ogromne količine zraka koje zahvaćaju velika prostranstva u kojima se meteorološki elementi u horizontalnom pravcu ravnomjerno mijenjaju. Po mjestu stvaranja, odnosno po svom podrijetlu, zračne mase mogu biti kontinentalne i morske. Prema općoj klasifikaciji mogu biti: hladne, tople i lokalne zračne mase.

Prema geografskoj klasifikaciji zračne mase mogu biti: arktičke, umjerene, tropske i ekvatorijalne. Svaka od ovih zračnih masa može biti morska ili kontinentalna, ovisno o mjestu nastanka (stvaranja).

- hladne zračne mase su one koje se kreću u topliju sredinu i donose zahlađenje;
- tople zračne mase su one koje se kreću u hladniju sredinu i donose zatopljenje i

- lokalne zračne mase su one koje koje se nalaze u mjestu stvaranja, a pri kretanju mogu postati tople ili hladne.

Grmljavine i snažni udari vjetra su atmosferske pojave koje su povezane sa Kumulonimbusima, električnim pražnjenjem u obliku munje uz snažan efekt pucnja groma i pljuskovitim padalinama.

Grmljavine se stvaraju:

- pri nejednakom zagrijavanju donjeg sloja zraka;
- pri brzom dizanju toplog zraka, a pri nastupanju hladnog u atmosferskoj fronti i
- pri dizanju zraka duž planinskog grebena.

Munja je električno pražnjenje između nabijenih polja različitog elektriciteta, a nastaje kada u Kumulonimbusu napon električnog polja dostigne 10000 V na 1 cm. Pražnjenje se vrši između različitih oblaka i njihovih dijelova, kao i između oblaka i zemlje. Električna pražnjenja mogu biti u vidu linijskih i loptastih munja.

Grom (prasak) nastaje zbog toga što se zrak u kanalu pražnjenja brzo širi, jer se naglo zagrijava. Prasak groma se čuje na daljinu do 35 km, a ponekad i do 50 km.

7.4 ▸ METEOROLOŠKE I ASTRONOMSKE POJAVE VAŽNE ZA UNUTARNJU PLOVIDBU

Vjetar je svakako jedan od faktora koji nepovoljno utječu na plovidbu. Ovisno o jačini i smjeru vjetra (osim jedrenja i to u određenim uvjetima) plovidba malim plovilima za posadu i ukrcane osobe može postati neugodna, naročito prilikom jakog valjanja plovila. Za vrijeme izuzetno snažnih vjetrova, malim brodovima može biti ugrožen stabilitet i plovnost.

Najčešći vjetrovi (donji tok) su košava – istočni i jugoistočni vjetar te sjeverac – sjeveroistočni vjetar. U gornjem toku vjetrovi su slabije izraženi dok u ljetnim mjesecima, ekstremno, dolazi do povremenih ciklonskih nepogoda s orkanskom snagom.

Informacije o vjetrovima i njihovom intenzitetu mogu se dobiti od hidrometeoroloških zavoda, brodarskih kompanija, plovila u pokretu te lučkih kapetanija.

Ograničena vidljivost: Magla, vijavica, vrlo slaba vidljivost (tonja), pljuskovi i drugi uzroci stvaraju uvjete ograničene vidljivosti. Najteži slučaj je magla, koja vidljivost može smanjiti tako da se s mosta ne vidi pramac broda.

Iskustvo je pokazalo, a i pravila plovidbe nalažu obvezno korištenje radara, dok je za konvoje koji plove nizvodno, u slučaju magle, daljnja plovidba zabranjena. Do pojave radara u šali se govorilo „Magla pala – lađa stala".

Bez obzira na svu suvremenu opremu plovidba u uvjetima magle provodi se uz primjenu pojačanih mjera opreza. Plovidba čamcima se pri vidljivosti manjoj od 10 metara ne preporučuje. Pri ovakvim vremenskim prilikama se gubi orijentacija odnosno osjećaj da li se plovilo kreće uzvodno, nizvodno ili prema obali pri čemu manja plovila mogu doživjeti havariju nalijetanjem na hidrograđevinske objekte, konvoje u plovidbi ili stajanju, stup mosta itd.

Zapovjednik malog plovila, u uvjetima ograničene vidljivosti, a naročito pri magli, ne smije potcijeniti takve uvjete plovidbe i mora poduzeti odgovarajuće mjere predostrožnosti. Prilikom donošenja odluke o isplovljenju minimalan uvjet bi bio da se vidi druga obala, dok bi se za vrijeme plovidbe morala vidjeti barem jedna obala. Ako magla „zatvara" i gube se obje obale odmah treba pribjeći manevru zaustavljanja i postavljanja izvan plovnog puta. Ukoliko plovilo ima sidro ono se, u povoljnom trenutku, obvezno obara i, kada sidro zadrži (uhvati), plovilo se postavlja u položaj uzvodno. Osluškivanjem zvukova na obali ili uspostavljanjem kontakta s osobom na obali utvrđuje se preciznije pozicija. Nakon toga može se, veoma pažljivim manevrima, izvršiti korekcija položaja odnosno prilaženja obali.

Noć otežava plovidbu zbog smanjene vidljivosti naročito kada je bez mjesečine, tmurna, s kišom, snijegom ili izmaglicom. Plovni put i brodovi označeni su svjetlećim oznakama za raspoznavanje. Reflektori se koriste samo povremeno, da se provjeri udaljenost od obale ili neka prepreka. Nautičari bez iskustva u plovidbi i poznavanju rijeke trebali bi izbjegavati samostalnu noćnu plovidbu.

Led je jedna od najvećih prepreka za plovidbu, međutim, iako je na rijeci Savi ozbiljnija pojava leda jako rijetka, ovu ćemo pojavu razmotriti radi opće plovidbene kulture i korisnih saznanja. Iako mjestimično formiranje leda (10–15%) u pokretu, za veća plovila i konvoje ne predstavlja opasnost, to ne važi za plovila slabije konstrukcijske izvedbe, ploveće kućice, restorane na vodi, pristane, manja plovila i čamce.



Slika 81 ▸ Led u pokretu

Pred svaki nadolazeći zimski period vrše se pripreme za sklanjanje plovila u zimovnike ili zimska skloništa (riječni rukavci s mirnijom vodom, na koje tok rijeke ne utječe direktno).

Pred neposredno formiranje leda u pokretu, sa rijeke se uklanja sustav obilježavanja (plovne oznake) kako bi se zaštitio od uništenja. Zbog toga plovidba postaje otežana, a plovila plove samo na osnovu postavljenih obalnih svjetlećih i nesvjetlećih oznaka.

Ovisno o izgledu, čvrstoći, obliku i drugim karakteristikama, razlikujemo više vrsta pojavnih oblika leda:

Vedrac je led koji se prvo formira u mirnim vodama, kanalima, zatvorenim pristaništima, zimovnicima i u priobalju rijeke gdje je struja toka u pravilu mala. Karakterizira ga čistoća, čvrstoća, glatka površina i prozirnost. Kod iznimno dugih i jakih zima ovaj led dostiže debljinu i preko 50 centimetara pa se u zimovnicima oko plovila stalno „lomi“. Razbijanjem leda oko plovila stvaraju se odušnici koji sprječavaju da led prilikom širenja ne ugrozi korito plovila i njegove vitalne dijelove (propulzori, krma, senzori itd.).

Snježanik nastaje kada se temperatura površinske vode rijeke približi nuli, a istovremeno snježne padaline dugo traju, tako da se na površini rijeke javljaju sivi vijenci s bijelim ivicama. To je prvi od signala da počinje formiranje leda. Stari lađari su govorili „stvara se kajmak“. U dodiru s obalom, za nastalu „kašu“ od snijega, leda i vode vezuje se kamenje i zemlja i sve se, pri niskim temperaturama, pretvara u ledene gromade, veoma opasne za plovidbu.

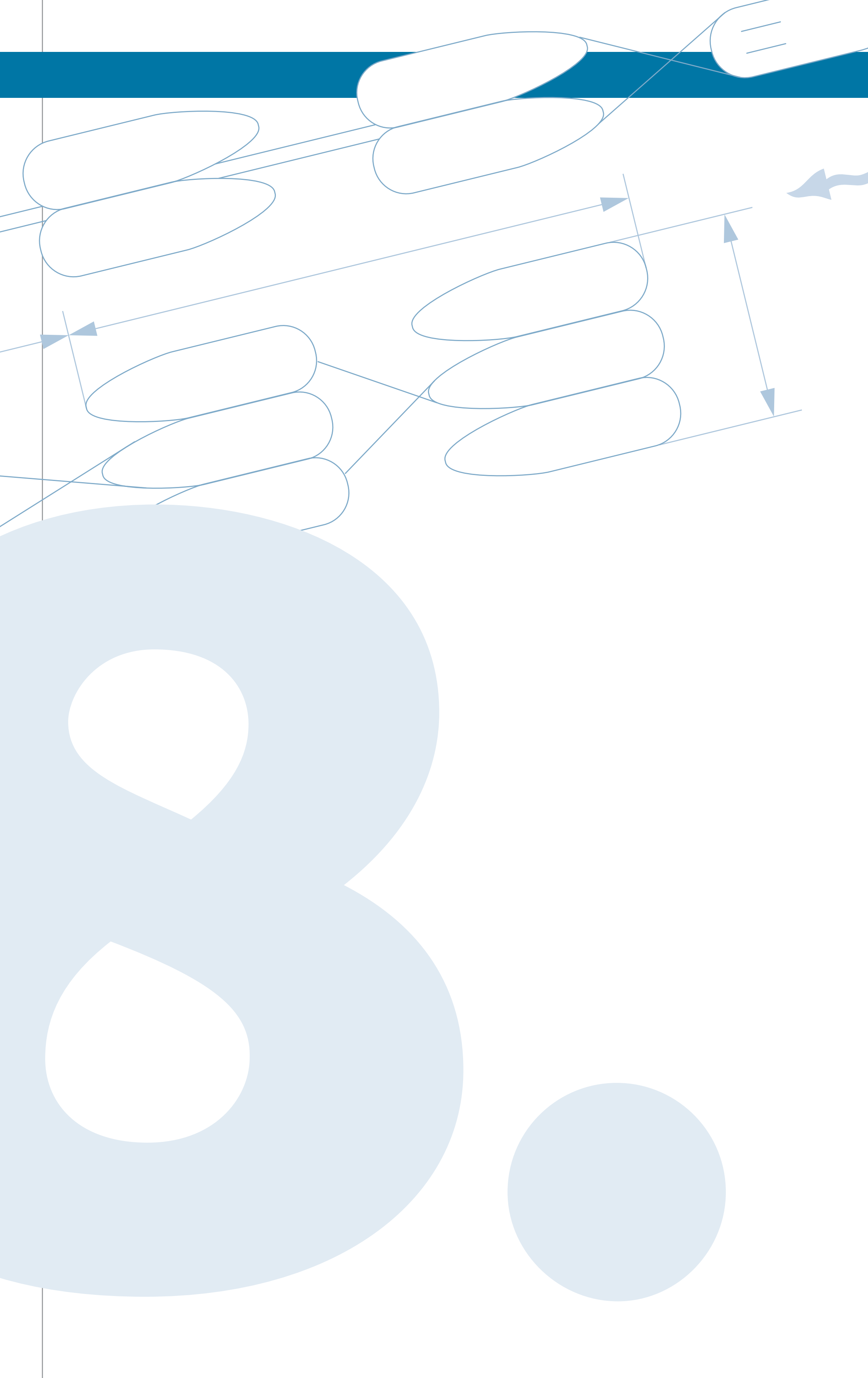
Podnac (led na dnu korita rijeke „grundejs“) nastaje od zamrznutih čestica vode koje se strujama prenose na dno korita rijeke pri tome se vezujući za krupniji nanos stvarajući ledene sprudove, veoma opasne za plovidbu.

Sante nastaju vezivanjem ledenih masa u pokretu što rezultira stvaranjem ledenih oblika većih dimenzija. Povećavanjem gromada santi, i uz utjecaj vodene struje, stvara se sila koja predstavlja opasnost i ugrožava plovila, poprečne i pararelne regulacijske građevine, brane, mostove i slično.

Kada ploveći led, nošen strujom vode, naiđe na suženje korita rijeke, krivinu, plitko dno, podvodne građevine, stupove mosta ili druge prepreke, zaustavlja se. Nailaskom drugih santi, uslijed velikog pritiska, dolazi do podvlačenja „torlašenja“ prilikom čega se stvara ledena brana koja može biti visoka i nekoliko metara. U takvoj situaciji dolazi do denivelacije vodostaja, odnosno do naglog opadanja vodostaja nizvodno te povećanja vodostaja uzvodno od brane. Tada, u pravilu, dolazi do probijanja nasipa i poplava koje ugrožavaju uzvodna područja. Ta pojava se naziva „bijela poplava“.

Da bi se sve to spriječilo, na kritičnim mjestima dežuraju specijalna plovila „ledolomci“ kako bi preduhitrili stvaranje ledene brane, a i ako dođe do njenog formiranja, da se što prije probije. Kada se brana probije i oslobođene ledene mase pokrenu, stvara se takva sila koja ruši sve pred sobom.




8.

8.

VODIČ KROZ PLOVNI PUT RIJEKE SAVE

8.1 ▸ SEKTORI I PODSEKTORI

S navigacijskog – plovidbenog stajališta, u pogledu specifičnosti plovnog puta, gabarita konvoja i drugih plovidbenih zahtjeva, rijeku Savu možemo podijeliti na tri sektora koje još dijelimo na podsektore i to:

- ***Sektor gornja Sava***: Sisak – Gradiška (Sava rkm 594 + Kupa rkm 5 – Sava rkm 467);
- ***Sektor srednja Sava***: Gradiška (rkm 467) – Sremska Mitrovica (rkm 139) s podsektorima:
  - Gradiška (rkm 467) – Slavonski Brod (rkm 371);
  - Slavonski Brod (rkm 371) – Brčko (rkm 228);
  - Brčko (rkm 228) – Sremska Mitrovica (rkm 139);
- ***Sektor donja Sava***: Sremska Mitrovica (rkm 139) – Beograd (rkm 0).

8.1.1 ▸ SEKTOR GORNJA SAVA (rkm 594 – rkm 467)

Na ušću rijeke Kupe, rijeka Sava u prosjeku raspolaže sa 680 m^3/s vode. Ukupna dužina ovog sektora, ako uzmemo u obzir i rijeku Kupu, iznosi 132 rkm, a veći dio godine na njemu vladaju nepovoljni plovidbeni uvjeti. Ovu dionicu karakterizira veći broj oštrih krivina (mali polumjeri krivina), relativno mala širina plovnog puta (veliki broj plićaka pri niskim vodostajima, vodostaj Crnac +/-„0“ i niži), a uslijed niskog vodostaja pojavljuju se i male dubine u plovnom putu. Sve to nepovoljno utječe na sigurnost plovidbe i zahtijeva posebnu opreznost u pogledu gaza broda i veličine konvoja.

U ovom sektoru rijeka Sava prima sljedeće pritoke: Kupu (rkm 591) i Unu (rkm 515) s desne, a Lonju (rkm 554), Trebež (rkm 547), Veliki Strug (rkm 475) i Mali Strug (rkm 470) s lijeve strane. Iz Kupe u Savu dotječe u prosjeku 298 m^3/s vode, a iz Une 250 m^3/s, što su značajne količine za opskrbu toka Save. Mjerodavne vodomjerne postaje prema kojima se planira, proračunava i upravlja plovidbom na ovom sektoru su: Crnac (kota „0“ je na 91,34 mnm) i Jasenovac (kota „0“ je na 86,82 mnm).

Najpovoljniji vodostaji za plovidbu na ovom sektoru su: vodostaj Crnac +100 ili više i Jasenovac +250 ili više. Prema ovakvom vodostaju u plovnom bi putu bila dubina od cca 4 m i više.

Pri visokim vodostajima matica rijeke je jaka pa se ujedno povećava i opasnost za plovidbu, poglavito za nizvodne konvoje u krivinama jer postoji mogućnost slaganja (nasukanja) vuče u konkavnu obalu.

Kod nižih vodostaja (Crnac „0“ i manje), pojavljuje se opasnost od nedostatka dubine i širine plovnog puta.

Plićaci su mjesta na kojima dubina znatno pada, a plovni put se značajno sužava. Izvjestan broj plićaka, nakon izvršenih radova održava se i više godina u dobrom stanju, a neki su podložni zamuljenju pa je potrebno povremeno čišćenje. Izvjestan broj takvih mjesta se zbog brzog zasipanja mora češće čistiti, a ima i takvih koja se, radi korištenja u plovidbene svrhe, moraju regulirati hidrograđevinskim zahvatima. Na ovom sektoru ima veći broj plićaka koje je neophodno proučiti za potrebe navigacije te stečena iskustva valja koristiti prilikom plovidbe u uvjetima niskog vodostaja. Takva su iskustva dragocjena i treba ih prenositi drugima koji plove na ovom, za plovidbu, izuzetno teškom sektoru.

Dubine u plovnom putu uvelike ovise o razlici vodostaja između vodomjera Crnac i Jasenovac, koja je u normalnim uvjetima 120 cm u korist vodomjera Jasenovac (što znači: vodostaj Crnac + 120 cm). Ovo treba napomenuti zbog toga što postoji mogućnost većeg nadolaska rijeke Une koja utječe u Savu i upravo tim utjecanjem podiže vodostaj Jasenovca, dok Crnac ostaje na istom vodostaju. Time dobivamo veće dubine na plićacima uzvodno od Jasenovca pa čak i Lonji, koji je sada najproblematičniji plićak na cijelom gornjem sektoru.

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Goričica	590–589	Lonja	554–552
Blinjski Kut	584–581	Puska	542–540
Lukavac	579–578	Kraplje	534–531
Gušće	573–570	Višnjica	524
Bistrać	564–562	Jasenovac	517–516
Bobovac	560,3	Mlinarice	504–503
Donji Bobovac	558	Javička Greda	501
Strmen	556–555		

Tablica 7 ▸ Pregled plićaka na gornjoj Savi

Krivine su glavno obilježje gornjeg toka rijeke Save, od kojih su neke veoma oštre i malih polumjera (radijusa). Karakteristika im je da se nadovezuju jedna na drugu, tako da plovila po izlasku iz jedne, odmah ulaze u drugu pa brodarci često znaju reći da je plovidba na gornjoj Savi „slalom plovidba“. Ovakav način plovidbe nameće stalne mjere opreza i manevarski rad u oba smjera plovidbe, a mimoilaženje je gotovo nemoguće.

Krivina – naziv	Rkm	Krivina – naziv	Rkm
Goričica	590–589	Žabarski Bok	543
Čigoč	568–567	Cvijetni Vir	538
Gornji Bobovac	561	Brest	536
Donji Bobovac	558	Kraplje	533
Strmen	556	Bumbekovača	529
Ivanjski Bok	551–550	Mlaka	492
Savički Dol	549	Strmac	487–486
Trebež	547		

Tablica 8 ▸ Pregled krivina opasnih za plovidbu

Najteže krivine, gledajući iz kuta sigurnosti plovidbe i manevarskih zahtjeva, su: Gornji Bobovac, Žabarski Bok, Trebež i Cvijetni Vir zbog malih polumjera krivina, vrtložastog kretanja vode, kamenih obaloutvrda u konkavnim obalama i slabe preglednosti terena. Uza sve to, u pravilu, plovni put je u takvim krivinama sužen, naročito pri niskim vodostajima, što zahtijeva od brodaraca posebnu pažnju, česte manevre, sačekivanja nizvodnih plovila i konvoja itd.

Mostovi uvijek predstavljaju, u navigacijskom smislu, prepreku na plovnom putu i plovidbi kroz mostove se mora posvetiti posebna pažnja. U ovom priručniku smo se na mostove osvrnuli u poglavlju 6, tako da ćemo na sektorima ovom prilikom dati samo najbitnije informacije.

Na rijeci Kupi na 5 kilometara plovnog puta postoje tri mosta:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VP „0" (mnm)
			Pri koti „0"	Pri VPN	
Kupa (4,68)	Cestovni – novi most Sisak	34,25	15,51	8,60	Crnac (91,34)
Kupa (3,40)	Cestovni – stari most Sisak	37,0	5,48–13,98	7,02	Crnac (91,34)
Kupa (2,10)	Željeznički most Sisak	21,50	14,11	7,32	Crnac (91,34)

Na ovom sektoru Save postoji još pet mostova:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VP „0" (mnm)
			Pri koti „0"	Pri VPN	
Sava (593,7)	Cestovni most Galdovo	49,0	12,7	5,77	Crnac (91,34)
Sava (587,7)	Cestovni most Crnac	67,80	13,58–14,51	6,65–7,58	Crnac (91,34)
Sava (517,2)	Željeznički most Jasenovac	41,0	14,35	6,16	Jasenovac (86,82)
Sava (515,6)	Cestovni most Jasenovac	110,0	13,59–15,44	5,39–7,24	Jasenovac (86,82)
Sava (466,8)	Cestovni most Gradiška	89,0	17,03–17,39	7,86–8,22	Mačkovac (83,64)

Mjesta za okretanje i sidrenje ovisno o vodostaju, na ovom dijelu rijeke Save su: Crnac na rkm 586,5, Jasenovac na rkm 514, Košutarica na rkm 511 i Stara Gradiška na rkm 468. Osim navedenih, službenih mjesta za okretanje i sidrenje, u slučaju prijeke potrebe i pri povoljnim hidrološkim uvjetima okretanje je, ovisno o konvoju i vuči, moguće i na sljedećim mjestima: Lukavec na rkm 579, Gušće na rkm 570, Bistrać na rkm 563, Lonja na rkm 553, Trebež na rkm 547 i 546, Puska na rkm 541, 539, Krapje na rkm 534 i rkm 532, Drenov Bok na rkm 526, a kada je vodostaj u Jasenovcu iznad +100 cm i Javička greda na rkm 499, Strmac na rkm 486, Jablanac na rkm 485, Dugi Put na rkm 481, Gaštica na rkm 480 te Veliki i Mali Strug na rkm 475 i 470.

Veličina i oblici konvoja na ovom sektoru propisani su Pravilima plovidbe na slivu rijeke Save u poglavlju 11 „Dodatna lokalna pravila“

1.1.2 ▸ SEKTOR SREDNJA SAVA (rkm 467 – rkm 139)

Sektor srednja Sava je s dužinom od 328 rkm najduži sektor i prostire se od Gradiške do Sremske Mitrovice, a prema plovidbenim i navigacijskim uvjetima dijelimo ga na, već ranije spomenuta, tri podsektora:

Ova podjela je nastala kao rezultat plovidbenih mogućnosti uvjetovanih njezinim desnoobalnim pritokama od kojih su važnije:

- Vrbas, ulijeva se u Savu na rkm 427 desne obale. On svojom dužinom od 253 km prikuplja vodu sa sliva površine od 5.570 km^2;
- Ukrina, ulijeva se u Savu na rkm 381,5 desne obale s dužinom od 128,7 km;
- Bosna, ulijeva se u Savu na rkm 314,5 i veoma je važna pritoka sa svojih 306 km dužine i 10.460 km^2 površine sliva, pritom unoseći u Savu 5,5 milijardi m^3 vode godišnje;
- Drina je najveća pritoka Save i ulijeva se na rkm 178, unoseći pri tome prosječno oko 12 milijardi m^3 vode godišnje. Pored velike količine vode, Drina u Savu unosi i ogromne količine nanosa (šljunka), što se negativno odražava na uvjete plovidbe na ovom dijelu Save te ograničava veličinu i oblike tegljenih – potiskivanih konvoja;
- Rijeka Bosut, koja se u Savu ulijeva na rkm 162,5 lijeve obale, također utječe na uvjete plovidbe na ovom podsektoru. Ovaj potez je, sa stajališta navigacije, važan za uzvodna plovila kojima brzina kretanja i lakoća svladavanja ovog dijela daje elemente za procjenu mogućnosti prolaza sektorom Rače bez prevlačenja.

Prema količini nanosa i vode koju unose u Savu Vrbas, Bosna i Drina imaju najveći utjecaj na deformaciju uzdužnog pada korita rijeke Save, brzinu njene vodene struje, meandriranje i drugo, a sve se to negativno odražava na plovidbene uvjete, veličinu i oblike konvoja kao i njihov gaz. Na temelju tih karakteristika je i izvršena podjela ovog sektora srednje Save na tri podsektora.

Podsektor Gradiška – Slavonski Brod (rkm 467 do rkm 370)

Ovaj podsektor, dužine 97 km, u cijelosti gledano u boljem je stanju od prethodnog sektora i podsektora nizvodno od njega. Mjerodavna vodomjerna postaja za ovaj podsektor je Slavonski Brod. Pri vodostaju: Sl. Brod „0“ cm na ovom sektoru dubine vode na plićacima se kreću oko 160 cm, a širina plovnog puta od 40 do 50 m u prosjeku.

Najpoznatiji plićaci na ovom podsektoru su:

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Gradiška	466–464	Kobaš	402–401
Mačkovac	453–452	Osavica	398–397
Dolina	450–448	Grlić	395–394
Gornje polje	431–430	Dubočac	390–387
Davor–Toka	427–425	Zbjeg–Ukrina	385–383
Radinje	420,5	Sijekovac–Migalovci	378–377
Kaoci	416–415	Rafinerija Brod	375–374,5

Tablica 9 ▸ Pregled plićaka na podsektoru Gradiška – Slavonski Brod

Krivine na ovom podsektoru imaju povoljne polumjere i njihove se vrijednosti kreću oko 400 m, što omogućuje prolaz i većih tegljeno-potiskivanih konvoja u oba smjera plovidbe. Veće krivine na ovom podsektoru navedene su u donjoj tablici:

Krivina – naziv	Rkm	Krivina – naziv	Rkm
Pivare	462–461	Krst	442
Trnava	457	Gaj	434
Kopanik	454	Hercegov Dol	420
Mačkovac	452	Motaica	412

Tablica 10 ▸ Pregled krivina na podsektoru Gradiška – Slavonski Brod

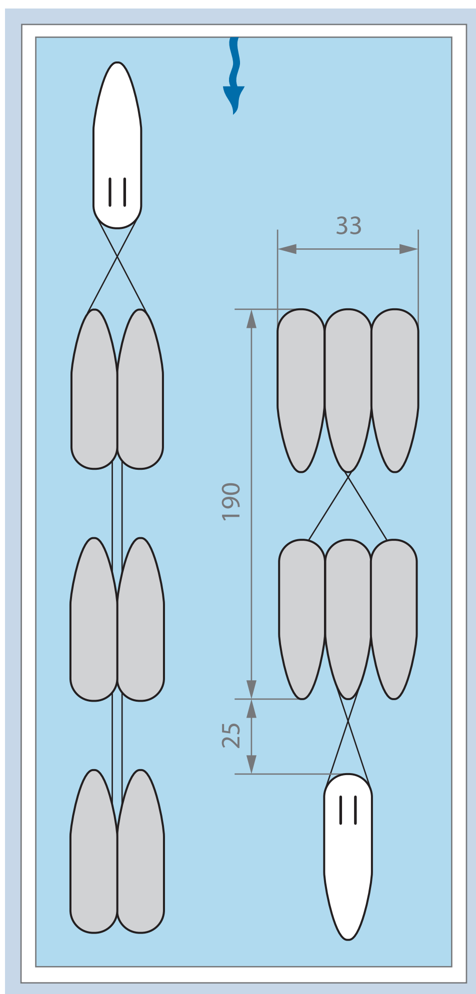
Najveći problem za plovidbu predstavlja krivina Hercegov Dol zbog spruda Radinje, koji se pojavljuje neposredno ispod samog „ćoška“, kao i krivina Motaica zbog vrtložnog kretanja vode (limana) ispod krivine uz obje obale. Susretanje u navedenim krivinama treba izbjegavati zbog velike vjerojatnosti ulaska dijela konvoja u liman što gotovo sigurno ima za posljedicu kidanje međuvučnika. Kako su krivine nepregledne, potrebno je u plovidbi koristiti sva navigacijska sredstva i pomagala kao i uređaje radio veze.

Okretanje i sidrenje na ovom podsektoru moguće je vršiti na za to obilježenim mjestima: Davor na rkm 428,5, Kobaš na rkm 400, i Slavonski Brod na rkm 370,1.

Uzvodno-nizvodne vuče tegljenih i potiskivanih konvoja

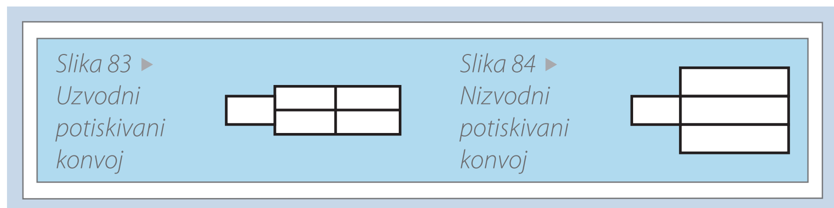
Na ovom podsektoru uzvodni tegljeni konvoji, ovisno o vodostaju i snazi tegljača, mogu tegliti šest plovila u tri poprečna reda – u svakom redu po dva plovila. Pri povezivanju objekata u konvoju vučnici i međuvučnici se daju unakrsno.

Nizvodni konvoji se mogu sastojati i od šest teglenica u dva poprečna reda ovisno o vodostaju.



Slika 82 ▸
Uzvodni i nizvodni tegljeni konvoji – srednja Sava do Slavonskog Broda

Uzvodni potiskivani konvoji mogu se pri povoljnim vodostajima sastojati od četiri potisnice, u dva reda po dvije potisnice, a uobičajeni nizvodni potiskivani konvoji sastoje se od tri potisnice u jednom redu.



Slika 83 ▸ Uzvodni potiskivani konvoj

Slika 84 ▸ Nizvodni potiskivani konvoj

Posebnu pažnju na ovom podsektoru treba obratiti prolazu kroz most u Brodu zbog njegovog nepravilno postavljenog plovidbenog otvora u odnosu na plovni put, naročito u nizvodnoj plovidbi kada plovni put od desne obale neposredno pred ulaz (oko 300 m) prelazi ka lijevoj obali, gdje se i nalazi plovidbeni otvor mosta.

Podsektor Slavonski Brod – Brčko (rkm 370 do rkm 228)

Ovaj podsektor srednje Save, ako izuzmemo neke manje dijelove, veoma je težak za plovidbu, naročito u vrijeme niskih vodostaja. Dužina ovog podsektora je 142 rkm, a mjerodavne vodomjerne stanice na ovom podsektoru su: Slavonski Brod, Šamac i Brčko. U ovom podsektoru nalazi se i 33 rkm duga dionica Novi Grad–Domaljevac tzv. „Šamački sektor" koji je i najteži za plovidbu na rijeci Savi. Plovidba na ovom dijelu upravlja se prema vodomjernoj stanici u Šamcu.

Pri plovidbi nizvodno iz Slavonskog Broda, prva veća prepreka je krivina i plićak Vijuš rkm 367 koji nam predstavlja probleme pri niskim vodostajima, zbog plićaka u konkavnoj obali koji je nastao od tzv. mrtvog šljunka, a i krivina je dosta oštra jer ne smijemo zaboraviti da je ovo podsektor na kojem su dozvoljene dvoredne vuče.

Na rkm 337 nalazi se plićak Oprisavci koji također predstavlja prepreku zbog svog uskog prolaza pri nižim vodostajima.

Osim navedenih plićaka, na ovom se potezu nalaze i značajnije krivine, opasne za susretanje brodova, a to su: Vijuš rkm 367, Moclek rkm 358 i Ugljara rkm 343.

Dionica Novi Grad – Domaljevac (rkm 333 do rkm 297)

Od rkm 329 – 322 Novi Grad, proteže se veliki plićak, a za plovidbu su prokopani kanali različitih širina i nisu usporedni s obalama, što otežava mogućnost orijentacije. Za ovaj dio se može reći da je početak Šamačkog sektora.

Donji kraj ovoga sektora, rkm 321 zove se „Jaruge" i ovdje bi prema projektu trebao biti ulaz–izlaz u višenamjenski kanal Dunav–Sava.

Na rkm 314 desne obale u rijeku Savu se ulijeva rijeka Bosna koja donosi velike količine nanosa i taloži ga neposredno ispod ušća formirajući, na ovom uzdužnom profilu Save, takozvani „Šamački sektor". Najnepovoljnija mjesta ove dionice za plovidbu, od Jaruga rkm 321 do Domaljevca rkm 297, su plićaci prikazani u donjoj tablici:

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Šamac ispod Klanice	313–312	Klenić	305–304
Savulja	311	Nevjerica	303–302
Vrbanja	309	Dubočica	301
Vučjak	308	Domaljevac	297

Tablica 11 ▶ Pregled plićaka na Šamačkom sektoru

Za orijentaciju, na ovoj dionici, pri vodostaju „0" na Šamcu, dubina vode iznosi 240 cm.

Prevlačenje tegljenih i potiskivanih konvoja zahtijeva puno angažiranje svih članova posade. Prevlačenje se vrši od okretišta Jabuke, rkm 316 (pri nižim vodostajima kada imamo dvoredne vuče bolje je okrenuti na rkm 320 zbog plićaka na rkm 31,7 koji je uzak za plovidbu pri vodostaju Sl. Šamac „0" i više) do Domaljevca rkm 297, a pri vodostajima Sl. Šamac „0" i niži od rkm 333 Svilaj.

Nizvodni konvoji, pri povoljnim vodostajima, prevlače se obično od Jabuke do Klenića, a pri niskim vodostajima od Jabuke do Domaljevca. Ako je vodostaj izrazito nizak, tada se preporučuje prevlačenje sve do ispod Tolise odnosno do Županje.

Tegljeni konvoji: Nizvodno prevlačenje tegljenih konvoja, maksimalno tri tegljenice i to dvije teretne i jedna prazna uz desni bok, obavlja se zbog plićaka Savulja jer dolazi do tendencije padanja teglja desno i ukoliko je teglenica teretna može doći do nasjedanja.

Uzvodno prevlačenje: vrši se pojedinačno (jedan po jedan) ovisno o gazu.

Na ulazu u plićak Savulja, koji je zbog svoga lijevka i slapa ujedno i najkritičniji, može doći do pražnjenja vučnika, pri čemu gubi svoje manevarske osobine i ukoliko nismo pripravni na ovakvu situaciju može doći do nasjedanja, a ako naglo „povezemo" i do pucanja vučnika. Vučnici se daju na što „kraće" kako nizvodno, tako i uzvodno. Kod prevlačenja najbolje je voziti što lakše kako bi u potrebnom trenutku mogli povećati brzinu i ispraviti teglenice.

Potiskivani konvoji: Što se tiče prevlačenja potiskivanih konvoja nizvodno i uzvodno, moguće je ići s dvije potisnice maksimalne dužine 110 m i širine 23 m, pri vodostaju Šamac „0" i više, a ispod tog vodostaja 110 x 12 m. Pri vodostaju Šamac +150 može se ploviti i sa tri potisnice i to 110 x 35 m. Navedeni konvoji kako tegljeni, tako i potiskivani, ovise osim o visini vodostaja i gaza broda i o snazi broda. Sve navedene norme i ograničenja konvoja su okvirne i prije svakog dolaska na sektor potrebno je savjetovati se s Lučkom kapetanijom Sl. Brod u vezi promjena na plovidbenom sektoru.

Pored plićaka na sektoru Šamac, smetnju plovidbi čine i oštre krivine nedovoljnih polumjera: Vučjak rkm 307, Dubočica rkm 301 do rkm 300, i Domaljevac rkm 295. S pravom je ovaj podsektor srednje Save, od Slavonskog Broda do Brčkog, kategoriziran najtežim na cjelokupnom plovnom putu rijeke Save.

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Vijuš	367	Niškovo Polje	295–292
Oprisavci	337	Rastovica	286
Novi Grad – Jaruge	329–321	Štitar	284
Gornja Jabuka	317	Suvo Polje	282–278
Jabuka	315–314	Tolisa	277–274
Klanica	313	Repovac	272
Savulja	311	Orašje	263–262
Nevjerica	303	Vučilovac	246–244
Dubočica	302–301	Rajevo Selo	235
Domaljevac	297–296	Brčko	230–229

Tablica 12 ▸ Pregled plićaka na podsektoru Slavonski Brod – Brčko

Uslijed slabe preglednosti, mogućnosti susretanja i nedovoljnog polumjera krivina, neophodno je, pored opasnosti od plićaka, posebnu pozornost obratiti i na krivine pobrojane u tablici ispod:

Krivina – naziv	Rkm	Krivina – naziv	Rkm
Vijuš	367	Domaljevac	295
Moclek	358	Štitar	285
Ugljara	343	Tolisa	277
Vučjak	307	Vidovica	255
Dubočica	300	Rajevo Selo	235

Tablica 13 ▶ Pregled krivina na podsektoru Slavonski Brod – Brčko

Mjesta za okretanje i sidrenje, ovisno o vodostaju, na ovom dijelu rijeke Save su: Ruščica na rkm 364 i rkm 362,2, Jaruge na rkm 319, Šamac na rkm 312,5, Domaljevac na rkm 299, Županja na rkm 268,7 i Brčko na rkm 228.

Mostovi

Na ovom podsektoru postoji 6 mostova i to:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl. otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VP „0“ (mnm)
			Pri koti „0“	Pri VPN	
Sava (374,8)	Produktovod Rafinerije Brod	104,30	19,06–22,23	16,53–17,93	Slavonski Brod (81,80)
Sava (371,5)	Cestovni most Brod	66,30	15,03	7,65	Slavonski Brod (81,80)
Sava (311,8)	Cestovno-željeznički most Šamac	65,30	14,65	8,14	Slavonski Šamac (80,70)
Sava (261,6)	Cestovni most Županja	117,80	15,88–18,26	7,73–10,11	Županja (76,28)
Sava (228,8)	Cestovni most Gunja – Brčko	47,50	14,12	7,60	Brčko (76,62)
Sava (226,8)	Željeznički most Gunja – Brčko	120,00	16,06–16,13	9,64–9,71	Brčko (76,62)

Mostovi koji mogu predstavljati poteškoće u plovidbi su:

- ***Slavonski Brod/Brod – cestovni most*** na rkm 371,5 koji povezuje dva grada i koji pri povoljnim vodostajima ne predstavlja smetnju plovidbi dok pri nižim vodostajima, zbog nepravilno postavljenih stupova u odnosu na plovni put, predstavlja prepreku o kojoj se mora voditi računa;
- ***Šamac – cestovno-željeznički most*** na rkm 311,8 ima povoljne gabarite, ali u nekim situacijama stup staroga mosta može predstavljati smetnju za plovidbu u oba smjera. Zbog nepravilnog ulaza u plovidbeni otvor ovoga mosta, naglog lomljenja vuče na kratkom razmaku od desne prema lijevoj obali, u nizvodnom smjeru postoji opasnost da se udari u stup porušenog mosta koji je u neposrednoj blizini otvora novog mosta;
- ***Gunja – Brčko cestovni most*** na rkm 228,8 je veoma nepovoljan za plovidbu pri niskim vodostajima. Zbog nepravilanog ulaza, plovidba je otežana naročito za nizvodna plovila, pa se veći konvoji moraju prevlačiti. Ulaz u ovaj most je težak zbog plićaka koji nizvodne konvoje, iz pravca kretanja pored desne obale naglo skreće – lomi, prema lijevoj, u neposrednoj blizini mosta.

Oblici tegljenih konvoja „vuča“ uzvodno i nizvodno ovise prije svega o vodostaju i snazi tegljača. Nizvodno se mogu tegliti konvoji formirani u dva poprečna reda s obveznim prevlačenjem u „sektoru Šamac“ bez obzira na vodostaje.

Uzvodni tegljeni konvoji mogu se sastojati, ovisno o snazi tegljača, od jedne ili dvije brazde s vučnicima i međuvučnicima koji odgovaraju načinu sastavljanja konvoja.

Nizvodni potiskivani konvoji mogu se sastojati od dva poprečna reda, poduzimajući pri tom neophodne mjere predostrožnosti kao i kod tegljenih konvoja, uz neophodna prevlačenja.

Potiskivani uzvodni konvoji mogu se također sastojati od više plovnih jedinica, ovisno o snazi potiskivača i vodostaja. Uzvodna vuča može se sastojati od šest plovila u dva ili tri poprečna reda.

Za razliku od tegljenih konvoja koji se u krivinama mogu „lomiti“, potiskivani konvoji, zbog kompaktnosti konvoja, pri svladavanju krivina moraju puno više manevrirati kako bi se izbjeglo „padanje“ u konkavnu obalu. Slične manevre treba poduzimati i pri svladavanju uskih mjesta na plovnom putu, a posebno pri „ispravljanju“ zbog sigurnog prolaska ispod mostova.

Podsektor Brčko – Sremska Mitrovica (rkm 228 do rkm 139)

Dužina ovog podsektora srednje Save je 89 km i na tom dijelu rijeke Save u nju se ulijevaju dvije velike pritoke, Drina s desne i Bosut s lijeve strane.

Karakteristika ovog podsektora je različitost plovidbenih uvjeta, od veoma povoljnih do ograničenja plovidbe. U razdobljima niskih vodostaja, i na ovom se potezu pojavljuje izvjestan broj plićaka na koje u oba smjera plovidbe treba obratiti posebnu pozornost, a prikazani su u tablici ispod.

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Gunja	223–221	Visoča	191–189
Brezovo Polje	220–217	Bela Crkva	185–184
Devojačka–Nakić Kula	213–210	Sremska Rača	178,5–177,5
Jamena	205–203		

Tablica 14 ▸ Pregled plićaka na dionici Brčko – Rača

Dionica rkm 179,5 do rkm 172,6, poznatija kao „Račanski sektor“, proteže se na otprilike sedam kilometara, a njegova je regulacija započeta još davne 1892. godine. Ovi se radovi nisu nikada obavljali stručno i planski, što se negativno odrazilo na gabarite plovnog puta.

Poslije drugog svjetskog rata, regulacijskim radovima i eksploatacijom, ukroćene su nemirne i brze vode ovog sektora, čime su se osigurale dovoljne dubine. Stare vodograđevine su popravljane, a novima je još više suženo korito rijeke što je doprinijelo stabilizaciji dubina ovog, još uvijek navigacijski teškog poteza rijeke.

Najnepovoljnije mjesto za plovidbu je na rkm 177, gdje je širina plovnog puta pri niskim vodostajima, zbog uzdužne vodograđevine na desnoj i „napera ili pera“ – poprečnih vodograđevina na lijevoj obali, veoma sužena. Uzdužna se vodograđevina pojavljuje na vodostaju oko +230 cm, a poprečne na +330 cm na vodomjeru Sremska Mitrovica. Nizvodno od poprečnih vodograđevina formirao se sprud i to mjesto je najuže i najkritičnije pri svladavanju ovog poteza rijeke.

Nizvodni i uzvodni konvoji prevlače se od Rače, rkm 179,5 pa do ispod Poloja, rkm 172,6, premda nije rijedak slučaj, kad su u pitanju veći konvoji, da se

prevlače do ispod krivine Bosut, rkm 162. Nizvodni konvoji, pri niskim vodostajima, mogu se sastojati od najviše tri plovila u jednom poprečnom redu, a uzvodni ovise o snazi tegljača-potiskivača. Ako ovi konvoji bez većih teškoća prođu na toj krivini, uspjet će proći i „Račanski sektor“. Ukoliko se ova krivina sporo svladava, tada treba pristupiti prevlačenju.

Na ovom podsektoru rijeke Save postoje krivine koje, ako su konvoji na ovom potezu maksimalni, mogu činiti smetnju plovidbi. U sektoru Rača ranijih su godina postojale tri, a potom dvije signalne stanice kojima se osiguravalo da kroz sektor plovi samo jedan konvoj. Signalne stanice su bile u Rači, ušću Drine i kod Poloja, a kasnije u Rači i kod Poloja uz obavezno uzimanje „loca-pilota“, no danas je zbog modernih komunikacijskih sredstava korištenje ovih signalnih stanica i loceva napušteno.

Krivine su na ovom sektoru velike i oštre te predstavljaju ograničenje za nesmetanu plovidbu, a prikazane su u donjoj tablici:

Krivina – naziv	Rkm	Krivina – naziv	Rkm
Rača	179–177	Ravnje	155,5
Bosut	163–162	Menđeloš	153

Tablica 15 ▶ Pregled krivina na „Račanskom sektoru“

Ako se izuzme „Račanski sektor“ na kojem je veličina konvoja ograničena, na ostalim krivinama i drugim preprekama mogu ploviti konvoji maksimalnih gabarita u oba smjera plovidbe.

Mjesta za okretanje i sidrenje na ovom sektoru su važna i prikazana su u donjoj tablici:

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Brezovo Polje	216	Bosut	161
Bela Crkva	184,5	Ravnje	156
Rača	180	Laćarak	143,5
Poloj	171	Sremska Mitrovica	139

Tablica 16 ▶ Pregled mjesta pogodnih za okretanje i sidrenje na „Račanskom sektoru“

Mostovi na ovom sektoru su:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl. otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VP „0“ (mnm)
			Pri koti „0“	Pri VPN	
Sava (183,31)	Cestovno–željeznički most Rača	140,00	17,23	---	Jamena (72,44)
Sava (139,24)	Novi pješački most Sr. Mitrovica	100,00	14,59–16,52	8,37–10,30	Sremska Mitrovica (72,22)

Uzvodni i nizvodni, tegljeni i potiskivani konvoji se mogu sastojati, kako je već rečeno, od većeg broja plovila s prekidom – ograničenjem u sektoru Rače, gdje uzvodni konvoji ovise o jačini tegljača – potiskivača, a nizvodni se mogu sastojati od samo jednog poprečnog reda.

8.1.3 ▸ SEKTOR DONJA SAVA (rkm 139 do rkm 0)

Ovaj sektor ima sve značajke nizinske rijeke. Tok rijeke je mirniji s blagim krivinama, širina korita je velika s većim dubinama. Prisutan je i veći broj ada, a samim tim i veći broj rukavaca različitih plovidbenih karakteristika. Na ovom sektoru najveća dubina je kod sela Hrtkovci, rkm 121 i iznosi 25 m. Širina rijeke je kod Šapca i ostružnice oko 600 m. Veći otoci – ade su: Mišarska, Vitojevačka, Velika Grabovačka, Miloševa, Skelska, Kolubarska (Barička), Međica i Ciganlija.

Veće pritoke Save na ovom sektoru su: Vukodraž na rkm 62,0, Kolubara na rkm 27,6, Barička rijeka na rkm 26,5 i Topčiderska rijeka na rkm 4. Sve ovo su desne pritoke i bez većega su utjecaja na priliv i punjenje rijeke Save. Kolubara ima kišno-snježni režim vode s izraženim oscilacijama u toku godine, a pored male količine vode, unosi u Savu, posebice pri visokim vodostajima, velike količine nanosa, što se u razdoblju niskih vodostaja negativno odražava na gabarite plovnog puta.

Regulacijskim radovima na sektoru donje Save nisu postignuti željeni rezultati. Jaružanjem pojedinih dionica plovnog puta proširuje se i produbljuje korito rijeke, a izgradnjom uzdužnih i poprečnih regulacijskih građevina sakuplja se voda sa širokog poprečnog profila rijeke. Međutim, i pored svih poduzetih mjera, pri niskim vodostajima ovaj sektor nema najpovoljnije

plovidbene uvjete, a to se posebice odnosi na dionicu od rkm 111,7 do rkm 82,3, takozvani „Šabački sektor", odnosno u okviru njega na potez rkm 89,0 do rkm 82,3 (poznat kao „Kamičak").

Dionica rkm 111,7 do rkm 82,3 (poznatija kao „Šabački sektor") proteže se od nekadašnje Drenovačke Ade pa do Vrbice, u dužini od cca 30 km. Obilježava ga nedostatak potrebnih dubina i širina plovnog puta, koje su posljedica velike razlivenosti vode u širokom koritu rijeke. Još u vremenu od 1924. do 1935. godine izvršeni su na ovom potezu značajni radovi jaružanja i to od Vitojevačke ade, rkm 95,3 pa nizvodno 18 km, prokopavanjem kanala širine 50 do 80 metara.

Na potezu nizvodno od Mišarske ade regulacije su vršene kombinirano postavljanjem uzdužnih i poprečnih regulacijskih građevina, a 1994. godine izgrađena je pregrada na vrhu Podgoričke ade na rkm 86,8 uz desnu obalu čime je zatvoren dotadašnji plovni put, a plovidba premještena uz lijevu obalu.

Pri izrazito niskim vodostajima konvoji se prevlače od rkm 113 pa do Vrbice, rkm 80. Konvoji se prevlače nizvodno samo u jednom redu, a broj potisnica plovila ovisi o njihovom gazu. Ukoliko gabariti konvoja omogućuju prolaz na većem dijelu ovog sektora, tada se prevlačenje vrši samo od Širokih njiva, rkm 90,0 pa do Vrbice, rkm 80. Zbog ograničene širine i dubine plovnog puta na potezu, tegljeno-potiskivani konvoji ovaj potez moraju proploviti s posebnom pozornošću, pridržavajući se pri tome svih plovidbenih normi. Svako odstupanje od iskustvenih i važećih normi može prouzročiti teže nasukanje, zatvaranje plovnog puta i havariju težih posljedica. Na ovoj dionici treba, također, vrlo oprezno ploviti u uvjetima ograničene vidljivosti, pri promjeni vodostaja, a posebno u vrijeme kada je sustav obilježavanja sklonjen ili je zbog drugih razloga nepotpun (zimsko razdoblje).

Mjesta pogodna za okretanje na ovom sektoru su: Jarak, rkm 124, Hrtkovci, rkm 121, bivša Drenovačka ada, rkm 113, Šabac, rkm 105, Široke njive, rkm 90, i Ada Vrbica, rkm 80. Mjerodavne vodomjerne postaje za ovaj sektor su u Sremskoj Mitrovici, Šapcu i Beogradu. Stanje na vodomjernoj postaji u Šapcu veoma je značajno sa stajališta plovidbe, kako kod niskih vodostaja zbog sagledavanja dubina u plovnom putu, tako i kod visokih vodostaja zbog ograničene visine plovnog otvora starog željezničkog mosta u Šapcu. Vodostaj vodomjerne postaje u Beogradu je važan zbog visine prolaza ispod starog željezničkog mosta u Beogradu. Kota „0" vodomjerne postaje u

Sremskoj Mitrovici se nalazi na 72,22, Šapca na 72,61, a Beograda na 68,28 m nadmorske visine. Plovidba na potezu od Baričke ade, rkm 27 do rkm 25 regulirana je jednosmjernim odvijanjem plovidbe oko ade. Nizvodna plovila koriste stari plovni put uz desnu obalu, a uzvodna između lijeve obale rijeke i lijeve obale ade.

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Šabački – iznad mosta	113–107	Široke Njive	92–89
Šabački – ispod mosta	107–104	Kamičak	89–82
Mišarski	103–101	Orljača	76–72
Mrđenovac	98–95	Kolubara	27,5–26,5

Tablica 17 ▸ Pregled plićaka na donjoj Savi

Mostovi na ovom sektoru pri visokom vodostaju predstavljaju veliku prepreku plovidbi pa je u takvim uvjetima potrebno veoma pažljivo pratiti svaku promjenu vodostaja. Na ovom sektoru postoje:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Plovni otvor (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VP „0“ (mnm)
			Pri koti „0“	Pri VPN	
Sava (136,6)	Cestovni most Sremska Mitrovica	150,0	15,44–17,32	9,30–11,18	Sremska Mitrovica (72,22)
Sava (106,96)	Željeznički most Šabac	75,0	11,26–11,48	6,46–6,68	Šabac (72,61)
Sava (104,53)	Cestovni most Šabac	80,0	14,13	9,42	Šabac (72,61)
Sava (42,53)	Cestovno-toplovodni most Obrenovac	80,0/120,0	17,84–17,97	11,01–11,14	Beograd (68,28)
Sava (15,43)	Željeznički most Ostružnica	2 x 75,0	14,44–14,52	8,41–8,49	Beograd (68,28)
Sava (15,0)	Cestovni most Ostružnica	150,0	16,58–18,22	10,56–12,2	Beograd (68,28)

Nastavak tablice ▾

Nastavak tablice ▲▼

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Plovni otvor (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VP „0" (mnm)
			Pri koti „0"	Pri VPN	
Sava (3,8)	Cestovni most Beograd – Ada Ciganlija	150,0	21,02–21,62	15,33–15,93	Beograd (68,28)
Sava (3,0)	Novi željeznički most Beograd	120,0	21,72	16,06	Beograd (68,28)
Sava (2,73)	Stari željeznički most Beograd	90,0	12,62	6,96	Beograd (68,28)
Sava (2,52)	Cestovni most „Gazela" Beograd	200,0	16,52–21,06	10,87–15,41	Beograd (68,28)
Sava (1,43)	Cestovno-tramvajski most Beograd	90,0	15,89–16,48	10,27–10,86	Beograd (68,28)
Sava (1,0)	Cestovni (Brankov) most Beograd	100,0	15,55–16,36	9,94–10,75	Beograd (68,28)

Oblici i vrste konvoja

- *Uzvodni tegljeni-potiskivani konvoji* mogu se, pri povoljnim vodostajima, ovisno o jačini tegljača, sastojati od većeg broja plovila različitih oblika i namjene;
- Na mjestima ograničenja (Šabački sektor), ovi konvoji, pri nižim vodostajima, prilagođavaju se uvjetima plovnog puta na ovom sektoru;
- *Nizvodni tegljeno-potiskivani konvoji*, isto tako, mogu biti sastavljeni od većeg broja plovila, ali uz ograničenja u Šabačkom sektoru u pogledu dužine na samo dva poprečna reda.

Izuzetak čine veličine konvoja na sektoru „Ušće Save" (rkm 0 do rkm 11), koje su propisane Pravilima plovidbe na slivu rijeke Save u poglavlju 11 „Dodatna lokalna pravila".

8.2 ▸ POTEŠKOĆE U PLOVIDBI RIJEKOM SAVOM USLIJED HIDROMETEOROLOŠKIH PRILIKA

Ove poteškoće u plovidbi na rijeci Savi nastaju kao posljedica hidroloških, hidrografskih i klimatskih prilika karakterističnih za podneblje umjereno kontinentalnog tipa i promjenljivog karaktera. Njihova učestalost iz godine u godinu i tijekom jedne godine je različita, promjenljiva i ovisi o vremenskim prilikama. Postoje kako sušne, tako i kišne godine, godine sa blagim i oštrim zimama, manje ili više vjetrovite godine. Također je različita učestalost i dužina maglovitih razdoblja, kao i razdoblja s niskim temperaturama i ledom.

Prema značaju, dužini trajanja i učestalosti hidrometeoroloških prilika na plovnom putu rijeke Save najizrazitije i najštetnije, s nautičke točke gledišta, su:

Visoki i ekstremno visoki/niski i ekstremno niski vodostaji

Niski i visoki vodostaji nepovoljno utječu na plovidbene uvjete, a u oba slučaja može doći do prekida plovidbe. Ako se ipak plovi, mogu nastati velike materijalne štete, a ljudski životi mogu se dovesti u opasnost. Visoki vodostaj, pored gubitka vizualnog kontakta s obalom, negativno utječe i na plovidbene uvjete jer se zbog povećane brzine struje vode, koja nosi veliki broj stabala i drugih plutajućih predmeta, mogu oštetiti i izbaciti iz upotrebe kormilarski uređaj i sustav propulzije, što znači prepuštanje vodenoj stihiji s nesagledivo teškim posljedicama.

Negativan utjecaj visokih vodostaja ogleda se i u nemogućnosti odvijanja prometa uzrokovanoj visinama umjetnih prepreka na plovnom putu (Šabački, Beogradski stari željeznički most i drugih). Zbog niskih vodostaja smanjuju se komercijalni efekti, negativan je stupanj iskorišćenja tovarnog prostora, vučne snage, veličine konvoja, česta su prevlačenja i drugo. Nije rijedak slučaj obustave plovidbe zbog niskog vodostaja. Gubi se i dio tereta, veće su štete na plovilima, naročito na Šamačkom, Račanskom, Šabačkom i nekim drugim sektorima.

Brzaci

Brzaci se redovito pojavljuju na rijekama s velikim padom i u vrijeme niskih vodostaja. Oni nastaju na onim mjestima gdje se u koritu rijeke na dnu nalazi prirodna ili umjetna prepreka, ili pri naglom sužavanju korita s visokim obalama. Brzaci značajno utječu na manevar i vođenje plovila te ih treba uzeti u obzir prilikom ulaska u sektore gde su uobičajena pojava.

Broj dana s maglom i učestalost maglovitih razdoblja

Magla se na rijeci Savi najčešće pojavljuje u proljeće i jesen. Vrijeme pojave magle u pravilu se podudara s početkom povoljnih vodostaja za plovidbu. Ravnice uz korita rijeke, bare i rukavci predstavljaju povoljna mjesta za formiranje magle. Na gornjoj Savi ona je naročito izražena oko ušća malog i velikog Struga, na srednjoj u zoni Šamačkog sektora, Županje, Broda, Račanskog sektora dok je na cijeloj donjoj Savi izražena pogotovo oko Sremske Mitrovice, Šapca, Ostružnice i ušća.

Broj dana s niskom temperaturom i ledom

Od svih rijeka u okruženju Sava se najkasnije zaledi. Razlozi za ovo su višestruki:

- veliki sadržaj salitre (Kalijev nitrat KNO_3) u vodi;
- kemijski sastav mineralnih tvari rastvorenih u vodi Save i njezinih pritoka;
- veliko onečišćenje otpadnim vodama iz industrije koncentrirane na obalama rijeke;
- zagađenje poljoprivrednih površina priobalja pesticidima i drugim tvarima koje voda odnosi u Savu itd;
- topla voda iz NE „Krško“ i TE „Nikola Tesla“.

Sava se može zalediti pri niskim temparaturama, nižim od -14 °C, koje traju više dana, a posebno ako je vodostaj pritom veoma nizak.

Broj vjetrovitih dana i učestalost njihove pojave

Broj vjetrovitih dana i učestalost njihove pojave za Savu je, kako je to već rečeno, od drugorazrednog značaja. Košava na području toka Save ne utječe znatno na odvijanje plovidbe, osim na nekim dijelovima donje Save na kojima, veoma rijetko, dolazi do kraćih obustava plovidbe. Kada se pojave olujni vjetrovi, koji se stvaraju na obroncima bosansko-hercegovačkih planina, najbolje je obustaviti plovidbu i stati u zavjetrinu dok olujni vjetar ne oslabi. Posljedice olujnih vjetrova mogu biti katastrofalne kako za konvoje i teret, tako i po ljudske živote. Ove pojave kratko traju pa pravovremeni i kratki prekidi plovidbe nemaju većeg utjecaja na organizaciju plovidbe, izvršavanje obveza, i sam plovidbeni poduhvat.



LITERATURA

Ilija Ika Petrović, Stojan Stošić
Osnovi plovidbe rekama i morima, 2002.

Centar za razvoj unutarnje plovidbe d.o.o.
Priručnik za unutarnju plovidbu u Republici Hrvatskoj
Zagreb, prosinac 2006.

Miroslav Sambolek,
Od vesla do Queen Mary II
Brodarski institut, Zagreb

Prof. dr. sc. Neven Kuspilić, dipl. ing. građ.
Hidrotehničke građevine – 2. dio
Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2008.

Milan Milovanović Lanka
Riječna navigacija 1, 2, 3, i 4

Milan Grubor
Plovidba potiskivanih brodskih sastava
Beograd, 1983.

Slobodan Živanić
Rečna navigacija za II, III, i IV razred usmerenog obrazovanja saobraćajne struke
Beograd/Novi Sad, 1988.

Vladeta Čolić, Vladimir Škiljaica
Stabilitet i krcanje broda – udžbenik za III i IV razred saobraćajne škole
Beograd, 1997.

Dr.sc. Joško Dvornik, izv. prof. i Srđan Dvornik, dipl. ing
Konstrukcija, otpor i propulzija jahti
Pomorski fakultet u Splitu, 2013.

Pri izradi priručnika korištena je sva dostupna i poznata literatura koja se koristi u brodarskim školama i na prometnim fakultetima, tj. smjerovima vezanim za vodni promet. Osim uređivačkog odbora koji je dao neupitan doprinos ovom izdanju, posebno je značajana i uloga Stalne stručne grupe za plovidbu Savske komisije, koja je postavila okvir za priručnik. Korištene su također i sve informacije dostupne na internetu koje nisu objavljene, a u skladu su sa modernim trendovima i pokazuju pravce razvoja novih tehnologija u ovom vidu transporta. Pored ovdje navedenih izvora, od nemjerljive su pomoći bili i razgovori s kapetanima i drugim brodarima čija su iskustva plovidbe i života na Savi bili izvor informacija koje se ne mogu pronaći u literaturi.

Značajan doprinos ovoj publikaciji dala su tijela državnih uprava članica Savske komisije nadležna za unutarnje plovne puteve, a posebice „Agencija za vodne putove" Vukovar i „Direkcija za plovne puteve" Beograd, čiji su predstavnici i dio ranije spomenutog uređivačkog odbora koji je pripremio ovo izdanje.


INTERNATIONAL SAVA RIVER BASIN COMMISSION

